



A N N A L E N
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

H E R A U S G E G E B E N
Z U
B E R L I N
V O N
J. C. P O G G E N D O R F F.

ZWEITER BAND.

N E B S T D R E I K U P F E R T A F E L N .

L E I P Z I G
V E R L A G V O N J O H. A M B R O S I U S B A R T H
1 8 2 4.

JA

Unt

(Üe

Die
schle
ten
fallt
ter
famu
ten
den
Bere
Arte
eben
sche
welc

An

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, NEUNTES STÜCK.

I.

Untersuchung einiger zum Granatgeschlechte gehörender Mineralien;

vom

Grafen H. G. TROLLE-WACHTMEISTER.

(Übersetzt aus den Abhandlungen der K. Akademie d. Wiss. zu Stockholm von F. Wöhler, M. Dr.)

Die Granaten bilden eins der merkwürdigeren Geschlechter im Mineralreich. In einer ausgezeichneten den Granaten vorzugsweise zukommenden Kristallform mit wenigen Abweichungen, kommen unter diesem Namen mannigfaltige, in Farbe und Zusammensetzung fast bis ins Unendliche variirende Arten vor. Gestützt auf diese Uebereinstimmung in den wesentlichen äusseren Charakteren und auf die Berechnung der Kerngestalt, vereinigte Hauy fast alle Arten zu einer einzigen. Dennoch konnten diesem ebenso vorurtheilsfreien als scharfsinnigen Naturforscher, die grossen Widersprüche nicht entgehen, welche sich in den so stark von einander abweichen-

A

den Resultaten der über die Granaten angestellten chemischen Untersuchungen vorfanden. Weit entfernt darin einen Beweis der geringen Zuverlässigkeit der chemischen Analyse finden zu wollen — denn chemisches System konnte man damals noch nicht sagen — war er der erste, welcher das Gewicht der Einwürfe erkannte, die sich hieraus gegen seine eigne Ansichten machen ließen, und in seinem Tableau comparatif finden wir, wie der aufgeklärte Verfasser, durch Untersuchung einer Menge von Granat-Analysen und durch Versuch sie in Uebereinstimmung zu bringen, bemüht war, den gewöhnten Einklang zwischen den geometrischen und chemischen Systemen wieder herzustellen, eine Vereinigung, die den wissenschaftlichen Werth der Mineralogie ungemein erhöhen würde. Bei den Granaten stellen sich aber grosse Schwierigkeiten ein, da die genauesten Analysen fast nach jedem Fundorte eine verschiedene quantitative Zusammensetzung dieser Mineralien darthun, ohne daß einmal die Rechnung, wenn man auch das nicht zu den fremden Einmengungen rechnet, was dieses Fossil besonders von der Gangart einzuschliessen geneigt ist, einen Grund giebt, um für das ganze Geschlecht ein gemeinschaftliches Zusammensetzungsprinzip annehmen zu können. Endlich hat die Entdeckung des Hrn. Mitscherlich über das Zusammenkristallisiren isomorpher Basen und ihre Eigenschaft sich wechselseitig in kristallisierten Verbindungen ersetzen zu können, in Verbindung mit der Lehre von den bestimmten Proportionen des Hrn. Berzelius, eine Anleitung gegeben, nach welcher man über diesen Punkt zu einem befriedigen-

den Resultate kommen kann, und wenn es sich, wie ich glaube, finden wird, daß die verschiedenen Abarten des Granatgeschlechtes eine nene Bekräftigung dieser wichtigen Entdeckung geben, so werden diese Mineralien dadurch ein um so höheres Interesse erlangen.

Ich habe nun die Ehre der Königl. Akademie einige Untersuchungen von mir vorzulegen, die zwar in Vergleich zu der Menge von Varietäten, die man von den Granaten kennt, mit einer zu geringen Anzahl von Arten angestellt sind, um auf ihnen ein allgemeines Prinzip gründen zu können, die aber doch als Beiträge zum Unternehmen einer ausgedehnteren Arbeit dienen können.

Die bei der chemischen Analyse angewandte Methode mehr als einmal für die Granaten anzugeben, welche einer gleichen Behandlung unterworfen wurden, hielt ich für überflüssig.

No. 1. Granat von Engfö.

Krystallform: trapezoïdal mit Ecken-Abstumpfungen. Krystallflächen: schwach glänzend, undeutlich gefurcht in der Richtung der grösseren Diagonale. Bruch: im Grossen blättrig, im Kleinen uneben. Farbe dunkelroth ins Violette fallend und unklar. An den Kanten durchscheinend. Kommt auf der Insel Engfö im Mälarsee vor, in weissem grüngesprengetem Feldspath, oft in Nuss grossen Krystallen und darüber. Hart, ritzt Quarz. Specif. Gewicht = 4,236.

Vor dem Löthrohr schmelzt er zur magnetischen Kugel und läuft dabei matt oder metallisch an; vom Borax wird er schwer zu einem mit Eisen stark gefärbt.

ten Eisen Glase aufgelöst; eben so von Phosphorsalz mit Hinterlassung eines flockigen Kiesel - Skelettes. Mit Natron auf Kohle behandelt, zieht sich der Fluss in die letztere und hinterlässt die Probe als eine blaßige zusammengeschmolzene Schlacke ; auf Platinblech reagirt er stark auf Mangan. Sein Pulver ist rosenroth, und wird durchs Glühen ziegelfarben.

A n a l y s e.

A. 1 Gramm des fein geschlemmten schwach gebrühten Steinpulvers wurde 2 Stunden lang mit 5 Grm. kohlensaurem Kali gebrüht. Die geschmolzene schwarz-grüne Masse mit Salzsäure übergossen, löste sich vollkommen, unter Entwicklung von Chlor. Die Zersetzung ward durch Wärme unterstützt, die Lösung bei gelinder Wärme eingetrocknet und die Masse am Ende mit einem Glasstäbe umgerührt. Nachdem die trockne Masse mit Salzsäure getränkt war, ward sie 2 Stunden lang sich selbst überlassen, darauf mit Wasser übergossen, und die hiebei zurückbleibende Kieselerde aufs Filter gebracht, gewaschen, eine Viertelstunde lang gebrüht und gewogen. Das Gewicht betrug 0,3915, nach Abzug des halben Procents, welches von der Asche des Filters herrührte.

B. Die nach Abscheidung der Kieselerde zurückgebliebene Flüssigkeit, ward mit kaustischem Ammoniak, in möglichst geringem Ueberschusse vermischt, eine halbe Stunde lang in einem mit einer geschliffenen Glasplatte bedeckten Glase hingestellt, und der Niederschlag auf ein gewogenes Filter gebracht, ausgewaschen, gebrüht und gewogen. Darauf von Neuem in Salzsäure gelöst blieb, wie es schien, etwas Kiesel-

erde zurück. Die Auflösung ward nun mit kaufischem Kali in solchem Ueberschuss versetzt, daß die mit dem Eisen niedergefallene Thonerde sich wieder auflösen konnte, alsdann nach einem einstündigen Kochen, auf die gewöhnliche Art mit Salmiak geprüft, und hierauf das Ungelöste gewaschen, gegläht und gewägt. Der Unterschied zwischen diesen und dem ersten Gewicht gab durch den Verlust, die Menge der Thonerde an = 0,1995.

C. Das nach Abscheidung der Thonerde zurückgebliebene Eisenoxyd wurde durch Kochen in Salpeter-Salzsäure aufgelöst; die ungelöst bleibende Kieselerde gesammelt und gewägt; sie betrug nach Abzug der Filter-Asche = 0,0045.

D. Die Eisen haltende Flüssigkeit ward darauf so genau als möglich mit kaufischem Ammoniak neutralisiert; das mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällte Eisenoxyd anfangs mit kaltem Wasser und zuletzt mit kaufischem Ammoniak gewaschen, lieferte nach dem Glühen 0,378 Eisenoxyd, entsprechend 0,3393 Eisenoxydul.

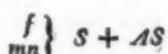
E. Die nach Abscheidung des Eisens übrigbleibende Flüssigkeit ward mit kohlensaurem Kali überfettigt und zur Trockne verdampft. Die in Wasser wieder aufgelöste Flüssigkeit hinterliess einen Niederschlag, der nachdem er aufs Filtrum gebracht und gegläht war, 0,072 Manganoxyd-oxydul gab, entsprechend 0,0669 Oxydul. Nach der Auflösung des Oxydes in Salzsäure und abermaliger Eintrocknung blieben 0,010 Kieselerde zurück, auch zeigte sich das Mangan durch eine geringe Spur von Kalkerde verunreinigt.

Dieser Analyse nach sind also die Bestandtheile des Granates von Engsö:

| | | in Hundert. | Sauerstoffgehalt. |
|--------------|----------|--------------|-------------------|
| Kieselerde | <i>A</i> | | |
| | <i>C</i> | 0,4060 . . . | 40,60 |
| | <i>E</i> | | 20,42 |
| Thonerde | <i>B</i> | 0,1995 . . . | 19,95 |
| Eisenoxydul | <i>D</i> | 0,3393 . . . | 33,93 |
| Manganoxydul | <i>E</i> | 0,0669 . . . | 6,69 |
| | | | 7,72 |
| | | | 1,46 |
| | | | 101,17 |

Der Ueberschuss, den diese Analyse gab, kann sich leicht ein Jeder erklären, der mit Sorgfalt die genauen Methoden angewendet hat, deren man sich in neueren Zeiten zur Vermeidung von Verlust bedient. Die oft bis zum Unmöglichen gehende Schwierigkeit, vollkommen reine Reagentien zu erhalten, und die Niederschläge völlig auszuwaschen, von denen mehrere einige Antheile des Füllungsmittels zurückbehalten, sind die Ursachen, dass bei einer grösseren Sorgfalt in den analytischen Verfahren ein Ueberschuss fast schwerer zu vermeiden ist, als ehedem ein Verlust.

Berechnet man nach dieser Analyse die Zusammensetzung des Granates von Engsö, so findet man, dass die zwei isomorphen Basen, das Eisen- und Manganoxydul, zusammen so viel Sauerstoff enthalten, als die Thonerde, die für sich die Base einer der beiden Silicate bildet, aus welchen der Granat besteht. Die Formel für den Granat von Engsö ist demnach:



In den elektronegativen Bestandtheilen findet sich zwar ein kleiner Ueberschuss, aber abgerechnet die Kieselerde, welche wahrscheinlich von dem Kali her-

röhrt, womit das Fossil zerlegt wurde, kam gewiss auch ein Theil von der Steinplatte, auf welcher das Fossil zerrieben ward, und überdiels pflegt auch wohl selten ein Mineral ganz frei von mechanischer Einmengung dieses überall verbreiteten Körpers zu seyn.

Der Granat von *Fahlun*, der von Hrn. *Hisinger*^{*)} analyfirt worden, stimmt sowohl seinen äussern Charakteren und seinem specifischen Gewichte, als auch seiner chemischen Zusammensetzung nach, mit diesem überein, und bietet im Vergleich zu der obigen Analyse ein interessantes Beispiel dar von der Eigenschaft der Basen sich gegenseitig zu ersetzen. Der Granat von Falilun gab

| | | | |
|--------------------------------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 39,66 | hält Sauerstoff | 19,67 |
| Thonerde | 19,66 | - | 9,18 |
| Eisenoxydul | 39,68 | - | 9,04 |
| Manganoxydul | | | |
| von <i>ma</i> + 3 <i>Mn</i> reducirt | 1,70 | | |
| | | 100,70 | |

In beiden Granaten findet man die Basis des einen Silicates, die Thonerde fast gleich, dagegen die Basen der anderen bedeutend verschieden. Beim Granate von Englö wird der geringere Gehalt von Eisenoxydul durch eine Menge von Manganoxydul ersetzt, die nahe eine solche ist, dass der Sauerstoff beider Oxydile zusammen, dem der Thonerde gleich wird, wodurch die beiden Granaten wieder in Uebereinstimmung kommen.

^{*)} Afhandl. i Kemi och Fysik, IV. 385.

No. 2. Granat von New-York.

Krystallgestalt: regulär, rhomboïdal - dodecaëdrisch. Flächen: glänzend, parallel mit den Kanten stark gefurcht; diese Furchen, welche durch übereinander angeschlossene Kanten von Lamellen gebildet werden, machen die Oberfläche uneben. Farbe: dunkelviolett-roth. Härte und Verhalten vor dem Löthrohr ist wie bei der vorhergehenden Art, jedoch ist diese leicht löslicher in Flüssen und reagirt weniger auf Mangan als die erstere. Liefert ein graulich-rothes Pulver, das bei dem Glühen dunkler wird. Specif. Gew. = 5,90. Fundort bei New-York in Nordamerika, eingewachsen in einen Glimmerschiefer, der sehr reich an Glimmer ist. Die Analyse gab:

| | | | |
|-------------|--------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 42,51 | hält Sauerstoff | 21,38 |
| Thonerde | 19,15 | - | 8,94 |
| Eisenoxyd | 33,57 | - | 7,64 |
| Manganoxyd | 5,49 | - | 1,10 |
| Kalcerde *) | 1,07 | - | 0,28 |
| <hr/> | | | |
| | 101,79 | | |

Was den Ueberschuss in der Summe der Educte betrifft, so gilt von ihm, und besonders von der Kieselerde das, was zuvor angeführt ward. Auch konnte das Resultat etwas durch den Glimmer verändert werden, der sich unvermeidlich

*) Die Kalcerde ward durch Fällung mit kleefaurem Ammoniak bestimmt, der Niederschlag geglüht, mit kohlenfaurem Ammoniak getränkt, eingetrocknet, nahe zum Glühen erhitzt und als koblenfaurer Kalk gewägt. Hierauf in Salzflaure gelöst, mit destillirter Schwefelflaure übersättigt, gebrannt und wieder gewägt.

der zur Analyse genommenen Probe beimengte, und dessen Gegenwart sich als kleine glänzende Punkte im Steinpulver zu erkennen gab. Die Formel wird dennoch ohne alle Schwierigkeit mit der vorigen gleich, wenn man die Kalkerde nicht als fremden Bestandtheil betrachten will, und ist nachstehende:

$$= \left. \begin{matrix} f \\ mn \\ C \end{matrix} \right\} s + 4s$$

No. 3. Granat von *Hallandsas*.

Bruch: eben, in den schaligen und unebenen übergehend, verräth im Grossen undeutliche Neigung, Durchgänge zu bilden. Ist hart, ritzt Quarz. Farbe: hell und weniger ins Violette neigend, als bei dem sogenannten ächten Granat. An dünnen Kanten durchscheinend. Glanz: stark harzartig, Giebt ein hellgraues ins Rosenrothe fallende Pulver, das durch starkes Glühen gelblich wird. Spezifisches Gewicht = 4,188. Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht und ruhig zu einer Kugel, welche metallisch angelaufen ist. Im Borax äusserst schwer löslich, die Masse schwärzt sich im Flusse, vermindert sich nach und nach langsam und färbt das Glas mit einer bald verschwindenden Eisenfarbe. Vom Phosphorfalz wird er unmerklich aufgelöst, färbt aber etwas das Glas. Mit Natron schmilzt er auf der Kohle schwer zu einer gläfigen Schlacke. Auf dem Platinblech zeigt er Mangan-Gehalt.

Hinsichtlich des Kalkerde-Gehaltes dieser Granaten wurde nach Wegschaffung der Kieselerde aus der ersten sauren Auflösung, die Thonerde und das Ei-

senoxyd durch kohlensaures Kali gefällt, welches Kalk und Talkerde als Bi-carbonate zurückliess; die Auflösung mit Salzsäure vermischt, deren Ueberschuss mit Ammoniak gesättigt und nach Abscheidung der Kalkerde durch kleesaures Ammoniak, die Talkerde mit kohlensaurem Kali gefällt. Letztere ward darauf mit der Flüssigkeit gekocht, diese zur Trockne verdampft, die Talkerde gesammelt, geglüht, gewägt und wiederum in Schwefelsäure gelöst um die Kieselerde abzuscheiden.

Das Mangan, welches nicht durch Kali gefällt war, ward vor der Fällung der Talkerde durch Hydrothion - Ammoniak ausgeschieden, in Salzsäure aufgelöst, durch kohlensaures Kali gefällt, nach Eintrocknen der Flüssigkeit gesammelt geglüht und gewägt. Ein geringer Antheil Mangan, welcher der Talkerde folgte, ward von dieser getrennt und besonders in Rechnung gebracht. Bei der Behandlung mit kohlensaurem Kali wurde das Gefäß, welches die Auflösung enthielt, durch ein nach innen convexes Glas bedeckt gehalten, damit das Aufbrausen der entweichenden Kohlensäure zu keinem Verlust Anlass gebe. Die Thonerde wurde durchs Kochen des Niederschlages mit kaustischem Kali ausgezogen, bis die Probe mit Salmiak zeigte, dass alle Thonerde aufgenommen war, worauf die Fällung derselben, nachdem sie durch Salzsäure niedergeschlagen und wieder aufgelöst war, durch kohlensaures Ammoniak bewirkt ward. Die nach dem Glühen gewogene Thonerde, wurde wieder in Schwefelsäure gelöst um dadurch die Kieselerde abzuscheiden und zu bestimmen, welche

der Auflösung der ersten aus ihrer Lauge mitgefolgt war.

Diese Analyse gab:

| | | | |
|--------------|--------|-----------------|--------|
| Kieselerde | 41,00 | hält Sauerstoff | 20,623 |
| Thonerde | 20,10 | - - - | 9,388 |
| Eisenoxydul | 28,81 | - - - | 6,500 |
| Talkerde | 6,04 | - - - | 2,338 |
| Kalkerde | 1,50 | - - - | 0,421 |
| Manganoxydul | 2,88 | - - - | 0,633 |
| <hr/> | | | |
| | 100,33 | | |

Obgleich ein kleiner Ueberschuss bei den Basen Statt findet, wie man aus dem zweiten Ausdruck er sieht, so wird dennoch die Zusammensetzung dieser Granaten durch die Formel

$$\left. \begin{matrix} f \\ C \\ M \\ mn \end{matrix} \right\} s + As$$

ausgedrückt, wenn man den Kalk nicht als fremde Einmengung betrachten will.

No. 4. Schiefriger Granat von Halland.

Bruch: grossblättrig oder schiefbrig mit drei deutlichen Durchgängen. Ist sehr spröde, und zerspringt leicht in der Richtung zweier Durchgänge, wodurch die tafelartige Beschaffenheit der Bruchstücke, mehr oder weniger deutlich bestimmt wird. Durchsichtigkeit und Verhalten vor dem Löthrohr ist gleich mit dem Vorhergehenden; aber die Farbe ist heller. Glanz unbedeutend, auf einigen Stücken ist die Oberfläche braun angeläufen oder mit Eisenoxyd bedeckt. Giebt ein schwach rosenrothes Pulver, das durch Glühen rothbraun wird, ähnlich dem Eisenocker. Spezif. Ge-

wieht = 4,043. Vorkommen: in Halland unweit Halmstad, als gross-kantige Stücke in einer aus kleinen Hornblende-Krystallen und fein-körnigem Quarz zusammengesetzten Bergart, in der außerdem ganz kleine Granatkrystalle angetroffen werden, die wahrscheinlich von derselben Art sind.

Die Analyse gab:

| | | | |
|--------------|--------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 42,000 | hält Sauerstoff | 21,12 |
| Thonerde | 21,000 | - | 9,80 |
| Eisenoxydul | 25,180 | - | 5,73 |
| Kalkerde | 4,980 | - | 1,39 |
| Talkerde | 4,320 | - | 1,67 |
| Manganoxydul | 2,375 | - | 0,52 |
| Verlust | 0,145 | | |
| | | 100,000 | |

und hieraus scheint man die Formel

$$\left. \begin{matrix} f \\ C \\ M \\ mn \end{matrix} \right\} s + 4s$$

ableiten zu können,

No. 5. Granat vom Vesuv.

Kommt am Vesuv in kleinen, meist aufeinander gewachsenen Krystallen von verlängert rhomboïdal-dodecaëdrischer Gestalt vor, in Begleitung eines weißen Minerals, das theils in grösseren oder kleineren Körnern mit dem Granat zusammengewachsen, theils in ihm eingesprengt ist und Adern bildet. Die Krystalle sind hell, rothbrann glänzend an den Kanten durchscheinend und ritzen das Glas tief, aber nicht den Quarz. Spezifisches Gewicht = 3,428. Vor dem Lötlrohr schmilzt er ruhig und leicht zu einer Ku-

gel, die nicht magnetisch ist und eine glänzende Oberfläche, ohne fleckige Anlaufung, besitzt. In Borax ist er schwer löslich; die Probe wird durch die Einwirkung des Feuers etwas dunkel und färbt das Glas etwas schwach von Eisen. Wird durch Phosphorsalz nur langsam zersetzt. Schmilzt mit Soda auf der Kohle zur glänzenden Kugel, und zeigt auf dem Platinblech einen Mangangehalt.

Die Analyse, welche mit ausgesuchten, von sichtlicher Einmengung des weißen Fossils befreiten Fragmenten angestellt ward, gab folgendes Resultat:

| | | | |
|--------------|-------------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 39,93 | hält Sauerstoff | 20,08 |
| Thonerde | 13,45 | - - - | 6,28 |
| Kalkerde | 31,66 | - - - | 8,89 |
| Eisenoxyd | 14,90 | - - - | 4,56 |
| Manganoxydul | <u>1,40</u> | - - - | 0,31 |
| | 101,34 | | |

Die geringe Menge der Thonerde zeigt durch ihren Sauerstoffgehalt, dass diese Erde mit dem Eisenoxyd vereinigt die Basis des einen Silicates bildet. Aber der Ueberschuss, den beide Basen alsdann zeigen, und das was fehlen würde, wenn nur Kalkerde und Manganoxydul in das zweite Silicat eingingen, berechtigen einen kleinen Anteil des Eisens als Oxydul anzunehmen. Das Resultat der Analyse würde alsdann folgendermassen ausfallen:

| | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|---|-------------|-----------------|-------|
| Kieselerde | . | . | . | . | 39,93 | hält Sauerstoff | 20,08 |
| Thonerde | . | . | . | . | 13,45 | - - - | 6,28 |
| Eisenoxyd | . | . | . | . | 10,95 | - - - | 3,35 |
| Eisenoxydul (von 3,95 Oxyd) | . | . | . | . | 3,35 | - - - | 0,81 |
| Kalkerde | . | . | . | . | 31,66 | - - - | 8,89 |
| Manganoxydul | . | . | . | . | <u>1,40</u> | - - - | 0,30 |
| | | | | | 100,94 | | |

Nach dieser Berechnung würde die Zusammensetzung dieser Granaten ausgedrückt werden durch die Formel:

$$\left. \begin{matrix} c \\ mn \end{matrix} \right\} s + \left. \begin{matrix} A \\ F \end{matrix} \right\} s$$

Obgleich eine Untersuchung des Minerals, welches diesen Granaten begleitet, nicht in den Plan dieser Arbeit gehört, so glaube ich ihr doch als Anhang zu diesem Artikel hier eine Stelle einräumen zu müssen, da dieses Fossil zu einer noch nicht ins Klare gebrachten Art gehört, nämlich zum *Sodalith*.

Untersuchung des weissen Minerals, - welches den so eben angeführten Granat vom Vesuv begleitet.

Dieses Mineral besitzt eine weisse Farbe, geringe Durchsichtigkeit, körnige Textur und ist spröde. Vor dem Löthrohr verliert es, bevor es schmilzt, nichts von seiner Durchsichtigkeit; verändert sich nicht im Kolben und liefert kein Wasser; schmilzt in dünnen Splittern an den Kanten unter einigem Blasenwerfen viel schwerer als Mesotyp und Mejonit, aber viel leichter als Albit oder Eispath. Von Borax wird es sehr langsam ohne Aufbrausen zu einem farblosen Glase aufgelöst. Die Probe zergeht im Flusse und das Ungelöste gleicht einem Kiesel-Skelett in Phosphorsalz. Ein kleines Fragment wird leicht in Phosphorsalz aufgelöst, schwilkt aber nicht auf und wird folglich nicht zersetzt. Mit Natron schmilzt es auf der Kohle, langsam unter beständigem Kochen zu einer durch Blasen unklar gewordenen, farblosen Kugel, die bei länger anhaltendem Feuer weniger blasig wird. Mit Kobaltsolution giebt es schwache blaue Farbe an

den Kanten. Reagirt mit Kupferoxyd nicht auf Salzsäure, die doch auf nassem Wege darin entdeckt wird. Durch Kochen mit Salz- und Salpetersäure wird es ziemlich leicht zersetzt, unter Zurücklassung von Kieselerde in gelatinösen Klumpen.

Stücke, die bei gelinder Wärme getrocknet werden, verlieren durch viertelstündiges Glühen im Platiertiegel nichts an Gewicht, verändern sich auch sonst nicht. Die Analyse gab:

| | | | |
|------------|-------|-----------------|--------|
| Kieselerde | 50,98 | hält Sauerstoff | 25,64 |
| Thonerde | 27,64 | - | 12,91 |
| Natron | 20,96 | - | 6,07 |
| Salzsäure | 1,29 | | |
| <hr/> | | | 100,87 |

Wenn man annimmt, das das salzsäure Salz, welches wohl nicht zur wesentlichen Zusammensetzung des Minerals gehört, entweder blos Thonerde, oder was wahrscheinlicher ist, Thonerde und Natron, in dem Verhältnis, das sie der Salzsäure entsprechen, enthalte, nicht aber blos Natron, so scheint die Formel zu seyn: $NS^2 + 2AS$, wobei jedoch ein geringer Ueberschuss an Kieselerde Statt findet. Obgleich diese Formel die einzige ist, die aus der vom Grafen Borkowsky gemachten Untersuchung des vesuvischen Sodaliths hergeleitet werden könnte, so kann doch seine Analyse durchaus nicht dem Minerale angepasst werden, welches ich hier beschrieb. Ein noch grösserer Unterschied zeigt sich zwischen meiner Analyse und der des Hrn. Arfvedson *) von einem Sodalith, welchen dieser als den nämlichen be-

trachtet, der vom Grafen Borkowsky untersucht ist. Diese Unähnlichkeit mit dem von mir untersuchten verräth sich schon vor dem Löthrohr, da ich Gelegenheit hatte, einen Versuch mit einer Probe von derselben Stufe anzustellen, welche Hr. Arfvedson untersucht hat. Diese Art ist viel schwerer schmelzbar, und die Salzsäure, die er zu 5,3 Procent angiebt, verräth sich leicht durch die gewöhnliche Reaction. Diese beiden Fossilien sind also bestimmt von einander verschieden.

No. 6. Gelber Granat von *Långbanshytta*.

Bruch: eben, sich mehr dem feinkörnigen nährend als dem splittrigen; zeigt keine Spur von dem Glasglanz der Krystall-Ebenen, die bei dem dunklen Granat von Långbanshytta (Rothhoffit) vorkommen. Ritzt Glas, giebt mit dem Stahle Feuer, wird von Quarz geritzt. An den Kanten durchscheinend. Farbe gelb, mehr oder weniger bräunlich, trocknem Gummigutt ähnlich. Glanz: harzartig. Giebt ein blaß citronengelbes Pulver (kein graugelbes wie der Rothhoffit). Spezif. Gewicht = 3,965. Löst sich in Salzsäure mit Aufbrausen ohne Entwickelung von Chlor auf. Kommt bei Långbanshytta vor, in grösseren oder kleineren Massen, bisweilen eingewachsen in Rothhoffit. Auf den Oberflächen einiger Stufen bemerkt man Zeichen von Krystallisation. Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einer schwarzen glänzenden magnetischen Kugel, die mit mehr Schwierigkeit vollkommen rund fliesst, als bei anderen Granaten. In Borax und Phosphorsalz ist er leicht löslich zu einem ziemlich stark vom Eisen gefärbten Glase. Auf der Kohle

ist.
aten
ele-
ler-
ter-
nd
räth
iese
ver-

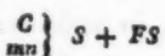
nä-
em
len
en.
von
rbe
am-
dass
th-
alz-
lor
der
of-
uan
ohr
eti-
en
and
ich
hle

schmilz er mit Soda zu einer dunkeln Kugel, mit etwas unebener Oberfläche. Zeigt auf Platinblech starke Reaction von Mangan. Das Resultat der Analyse war:

| | | | |
|------------------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde . . . | 35,10 | hält Sauerstoff | 17,69 |
| Eisenoxyd . . . | 29,10 | - - - | 8,92 |
| Kalkerde . . . | 26,91 | - - - | 7,53 |
| Manganoxydul . . | 7,08 | - - - | 1,55 |
| Kali . . . | 0,98 | | |
| Verlust an Kohlensäure | 0,80 | | |
| | | 100,00 | |

Die unvermuthete Gegenwart des Kali, schrieb ich im ersten Versuche, theils dem Feldspathe der Porphyrplatte zu, auf welcher das Fossil gerieben wurde, theils dem Glaskolben, in welchem es durch Kochen aufgelöst ward und der von der Säure angegriffen schien. Bei einem zweiten Versuche bediente ich mich daher einer Reibeplatte von Feuerstein, und bewerkstelligte die Auflösung in einer Platinischale. Nachdem die Erden und Metalle ausgefällt waren, ward die Flüssigkeit eingetrocknet und das erhaltene Salz gelinde geglüht. Bei der Wiederauflösung in Wasser blieb etwas Mangan zurück, das der Fällung mit Hydrothion-Ammoniak entging und nun unauflöslich geworden war; eine geringe Menge salzauren Kalkes ward durch kleesaures Ammoniak gefällt. Die Salzmasse, welche nach abermaliger Eintrocknung der Flüssigkeit zurückblieb, ward zur Zerstörung des kleesauren Ammoniaks geglüht, wieder aufgelöst und zur Krystallisation abgeraucht, wobei sich das Kali-Salz in kleinen rechtwinkligen Tafeln absetzte. Diese wurden in Wasser gelöst, mit einer Auflösung des

Doppelsalzes von salzaurem Platinoxyd und Natron vermischt und bei gelinder Wärme eingetrocknet. Die Salze wurden mit starkem aber nicht wasserfreiem Alkohol behandelt, der das Doppelsalz von Kali zurückliess. Dies aufs Filter gebracht, mit Alkohol gewaschen, getrocknet und gewägt, ward nach der Annahme berechnet, dass das Platinsalz 30,73 pr. C. salzaures Kali enthalte. Mehrere Versuche die Kohlensäure zu bestimmen, gaben sehr abweichende Resultate, welches die Vermuthung bestätigt, dass sie mechanisch eingemengtem kohlensaurem Kalk zugehöre. Die Zusammensetzung dieses Granaten wird ohne Schwierigkeit durch die Formel:



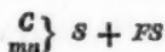
bezeichnet.

No. 7. Gelber Granat aus der Gegend von Altenau.

Krystallisiert in etwas verlängerten rhomboïdalnen Dodecaëdern. Bruch: uneben, dem körnigen sich nähernnd. Farbe: dunkelgelb, fast wie unreines Gummigutt. Der Glanz der Krystallflächen ist stark glasartig, im Bruche quarzartig. Hart, ritzt Quarz aber schwach. Giebt weißgelbes Pulver. Vorkommen: in schwarzem magnetischem Eisenerze, in drusig zusammenhitzenden Krystallen von der Grösse einer kleinen Nuss. Spezif. Gewicht = 5,871. Verhält sich vor dem Löthrohr vollkommen wie der von Langbanshytta, ist aber etwas schwerer schmelzbar. Löst sich in Salzsäure ohne Aufbrausen oder Entwicklung von Chlor auf, mit Hinterlassung gelatinirender Kieselerde. Die Analyse gab:

| | | | |
|--------------|--------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 35,64 | hält Sauerstoff | 17,92 |
| Eisenoxyd | 30,00 | - | 9,24 |
| Kalkerde | 29,21 | - | 8,20 |
| Manganoxydul | 3,02 | - | 0,66 |
| Kali | 2,35 | - | 0,59 |
| | 100,22 | | |

Dieser Granat, von welchem Hr. Berzelius die Güte hatte mir die Probe zur Analyse aus seiner Sammlung zu geben, scheint mir durch seinen bedeutenden Kali-Gehalt merkwürdig. Die Aehnlichkeit mit dem vorhergehenden, sowohl hinsichtlich der Gegenwart dieses Bestandtheiles als auch der Schmelzbarkeit und Farbe, lässt bedauern, dass das quantitative Bestandtheilverhältnisse nicht übereinstimmender ausfiel; es würde gewiss von besonderem Interesse gewesen seyn, denselben Granat bei Altenau krystallisiert gefunden zu haben, der bei Långbanshytta in derben Massen vorkommt. Die Analyse liefert die Formel:



Es ist jedoch die Frage, ob das Kali bloß als Basis eines den Granaten mechanisch beigemengten eigenen Silicates gegenwärtig ist, oder ob es nicht den beiden andern Basen zugerechnet werden muss, die gleich dem Kali als 2 Atomen Sauerstoff haltend angenommen werden. Ein kleiner Ueberschuss bei der Basis im zweiten Gliede der Formel, kommt von dem Eisen, welches der Granat wahrscheinlich aus seinem Muttergestein aufgenommen hat.

No. 8. Grünlicher Granat von Hesselkulla.

Bruch, Glanz und Durchsichtigkeit hat dieser mit dem von Langbanshytta gemein, ist jedoch weniger hart als jener. Farbe: dunkelgrau ins Grüne ziehend; giebt ein aschgraues Pulver. Vorkommen: bei Hesselkulla mit fleischfarbenem Feldspath in größeren und kleineren Stücken. Kleine Krystalle in Gestalt von Granat-Dodecaëdern ragen aus dem Kalke hervor, der in die derbe Granat-Masse eingesprengt ist.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie der von Långbanshytta, schmilzt aber leichter zu einer Kugel und die Probe wird nicht vom Magneten angezogen. Wird durch Salzsäure mit einem Aufbrausen zerstellt. Das Resultat der Analyse war:

| | | | | | |
|------------------------|-------|---|---------|-----------------|-------|
| Kieselerde | . | . | 38,125 | hält Sauerstoff | 19,17 |
| Eisenoxyd | . | . | 19,420 | - | - |
| Thonerde | . | . | 7,325 | - | - |
| Kalkerde | . | . | 31,647 | - | - |
| Manganoxydul | . | . | 3,300 | - | - |
| Verlust an Kohlensäure | c,183 | | | | 0,72 |
| | | | | | |
| | | | 100,000 | | |

Seine Formel ist = $\frac{C}{mn} \cdot 3 + \frac{A}{P} \cdot s$.

No. 9. Brauner Granat von Hesselkulla.

Bruch: meist eben; jedoch in zwei Richtungen, die sich schief durchschneiden, ins Feinblättrige übergehend, ohne bestimmte Durchgänge; in einer dritten Richtung zeigt sich der Bruch mehr oder weniger uneben. Verräth keine Neigung zum schilfrigen oder splittrigen Bruch. Farbe: tief dunkelblau ins Braune oder Kupferblaue fallend. Ritzt Glas, wird vom

Quarz geritzt. Ist undurchsichtig und der Glanz stärker als bei dem vorhergehenden. Aus der derben Masse und aus dem Kalkspath, der in ihm sitzt, schiessen kleine dunkle zusammengehäufte Granatkristalle hervor, die sich, gegen das Licht gehalten, mit röthlicher Farbe durchscheinend erweisen. Giebt ein graubraunes Pulver, welches durch Glühen eine dunklere Farbe annimmt. Wird wie die vorige Art von Salzsäure gelöst, mit kaum bemerkbarem Aufbrausen ohne sein Gewicht zu verändern. Vorkommen: bei Hesselkulla; schmilzt vor dem Löthrohr zu einer schwach magnetischen Kugel, mit etwas unebener Oberfläche, die nicht metallisch angelaufen ist. Verhält sich im Uebrigen gleich dem vorhergehenden. Das Resultat der Analyse ist

| | | | |
|--------------|--------|-----------------|---------|
| Kieselerde | 37,993 | hält Sauerstoff | 19,11 |
| Eisenoxyd | 28,525 | - - - | 0,74 |
| Thonerde | 2,712 | - - - | 1,26 |
| Kalkerde | 30,740 | - - - | 8,63 |
| Manganoxydul | 1,615 | - - - | 0,13 |
| | | | 100,585 |

Seine Formel ist also = $\frac{C}{mn}$ } s + $\frac{F}{A}$ } s.

No. 10. Schwarzer Granat von Arendal.

Krystallgestalt: verlängertes Granat-Dodecaeder, mit abgestumpften Seitenkanten. Bruch: fast eben, mit Spuren vom feinblättrigen. Die Krystalle werden vom Quarz nicht geritzt, aber die Oberfläche des derben wird sowohl vom Quarz als vom Messer angegriffen. Farbe: kohlschwarz, noch tiefer als ich sie bei andern Melaniten sah, undurchsichtig, die Kry-

stalle gänzend, sonst matt oder höchstens Fettglanz zeigend. Giebt ein dunkles bleifarbenes, fast schwarzes Pulver, das beim Glühen über der Lampe graulich gelbgrün wird, aber beim strengen Weissglühen eine hell Eisenockerfarbe annimmt. Nach einem viertelstündigen Glühen wurde ein Stück des Granaten grau, ohne dabei an Gewicht zu verlieren. Säuren lösen ihn nicht, ziehen aber bei längerer Digestion des Steinpulvers Kalk aus, wahrscheinlich einem nicht sichtbar eingesprengten Kalkspathe angelörend, weshalb auch die zur Analyse angewandte Probe zuvor mit verdünnter Essigsäure digerirt wurde, welche dabei eine nicht gar geringe Portion Kalk aufnahm. Das spezif. Gewicht, bestimmt mit einer von Kalkspath freien Krystallgruppe = 3,157. Vorkommen: bei Arendal in Norwegen, in derben mit Kalkspath eingesprengten Stücken, aus denen Krystalle hervorragen, die meist zusammen oder aufeinander sitzen, ohne Drusen zu bilden. Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, mit starkem Lichte und lange anhaltendem Aufwallen, zu einer nicht magnetischen, dunkel graugrünen Kugel, mit glänzender Oberfläche. Vom Borax wird er leicht und in Menge zu einem, nicht sonderlich stark durch Eisen gefärbten Glase aufgelöst. Von Phosphorsalz wird er leicht zerstetzt und lässt dabei Kieselerde zurück. Mit Soda auf Platinblech verrät er Mangan.

Die Analyse gab:

| | | | |
|--------------|---------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 42,150 | bält Sauerstoff | 21,35 |
| Thonerde | 22,475 | - | 10,49 |
| Eisenoxydul | 9,292 | - | 2,85 |
| Talkerde | 13,430 | - | 5,20 |
| Kalkerde | 6,525 | - | 1,87 |
| Manganoxydul | 6,273 | - | 1,37 |
| | 100,445 | | |

Dieser Granat ist merkwürdig durch seinen grossen Gehalt an Talkerde *) und durch sein geringes spezifisches Gewicht. Dass das Eisen sich auf seiner niederen Oxydationsstufe befindet, wurde durch das Verhältniss zwischen Sauerstoff und Basen bestimmt und scheint nicht in Zweifel gezogen werden zu können, obgleich sich die bei den Granaten gewöhnliche Reaction des Oxyduls vor dem Löthrohr hier nicht zu erkennen gab. Entweder ward der metallische Beschlag der geschmolzenen Kugel durch die überwiegende stärkere Base verhindert, oder es war, damit die Reduction des Metalles sichtbar werde, eine grössere Menge Oxyduls nöthig, als dieser Granat enthält. Ein Theil des Kalkgehaltes beruht sicher auf Einmengung, da er vor der Analyse nicht völlig wegzuschaffen ist, und möglicherweise außer dem Kalkspath, auch Kalksilicat eingemengt seyn könnte. Daraus kann der, wiewohl nicht bedeutende, Ueberschuss erklärt werden, der in dem ersten Gliede der Formel entsteht, wenn man den Sauerstoff des ganzen Kalkgehaltes den übrigen dahin gehörigen Basen

*) Ob wohl der starke Schein, den dieser Granat beim Schmelzen in der Löthrohrflamme verbreitet, von der Talkerde herführt? (T. W.)

hinzurechnet. Dann scheint die Zusammensetzung ohne Schwierigkeit durch die Formel

$$\frac{M}{\begin{matrix} C \\ f \\ mn \end{matrix}} + 4S$$

ausgedrückt werden zu können.

No. II. Schwarzbrauner Granat von Arendal.

Kristallform; trapezoïdal, die unvollkommen ausgebildeten drusig zusammenhitzenden Kristalle stehen aus der derben Granat-Masse hervor; bei dieser ist der Bruch körnig, hier und da ins Blättrige übergehend; bei den Kristallen hingegen undeutlich feinblättrig. Farbe; schwarz ins Braune neigend, Undurchsichtig. Die Oberfläche der Kristalle ist schwach glänzend, fast matt. Die derbe Masse durchaus ohne Glanz. Die Kristalle ritzen Quarz, jedoch schwer, Giebt ein graubraunes Pulver, das durch starkes Glühen einen unbedeutenden Stich ins Braune erhält, Specif. Gewicht der derben Masse = 3,665. Vor dem Läthrohr schmilzt er leicht zur glänzenden Kugel, die nicht magnetisch ist; wird von den Flüssen zu einem durch Eisen stark gefärbten Glase aufgelöst. Mit Soda schmilzt er auf der Kohle zu einer Kugel mit etwas unebener Oberfläche. Zeigt Mangan auf Platinblech, Resultat der Analyse:

| | | | | |
|--------------|--------|-----------------|-------|------|
| Kieselerde | 40,20 | hält Sauerstoff | 20,22 | |
| Thonerde | 6,95 | * | - | 3,24 |
| Eisenoxyd | 20,50 | - | - | 6,28 |
| Kalkerde | 29,48 | * | - | 8,28 |
| Manganoxydul | 4,00 | * | - | 0,38 |
| <hr/> | | | | |
| | 104,13 | | | |

Mit Uebergelung des gewöhnlichen Ueberschusses von Kieselerde, wovon ich vorhin die Ursache angab, ergiebt sich für die Zusammensetzung dieser Granaten die Formel

$$= \frac{c}{mn} s + \frac{4}{F} s.$$

No. 12. Hellgrüner durchsichtiger Granat vom *Wilni-Flus*
in Kamtschatka.

Krystallform: trapezoïdal, etwas verlängert mit 12 abwechselnd abgestumpften Ecken. Auf den Krystallflächen bemerkt man undeutliche Furchen, die rhomboëdrische Figuren bilden zu wollen scheinen. Bruch: ist eben, sich fast dem schaligen nähern. Hart, ritzt Quarz. Farbe: hell graugrün oder apfelfarben, aber so schwach, dass sie bei den Bruchstücken fast verschwindet. Durchsichtig. Specifisches Gewicht = 3,64.

Verhalten vor dem Löthrohr: Giebt kein Wasser, schmilzt leicht und ruhig zur gelbbraunen Kugel mit glanzender Oberfläche. Mit Borax und Phosphorsalz schmilzt er langsam zu einer durch Eisen schwach gefärbten Kugel; mit Soda auf der Kohle hingegen schwer zur weißgelben Schlacke. Auf dem Platinblech zeigt sich schwache Mangan-Reaktion.

Das Pulver erscheint fast ganz weiß, aber mit einem Körper von reiner weißer Farbe zusammengelegt, z. B. mit Magnesia alba, bemerkt man einen deutlichen Stich ins Ockerfarbene oder schwach Rothgelbe. Diese Nüance verschwindet bei starkem Glühen und geht in eine graue über, die aber nur durch Vergleichung sichtbar wird. Ich habe mich aus einer

Ursache, die sich weiter unten zeigen wird, etwas umständlich hiebei aufgehalten. Von Salzsäure wird dieser Granat durch Digestion zum Theil aufgelöst.

Hr. Berzelius hatte die Güte einen Krystall dieses schönen Granaten von der Grösse einer Haselnuss aufzuopfern, und dadurch war ich in den Stand gesetzt, eine Analyse desselben zu machen. Das Resultat war folgendes:

| | | | |
|--------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 40,55 | hält Sauerstoff | 20,39 |
| Thonerde | 20,10 | - | - |
| Kalkerde | 34,86 | - | - |
| Eisenoxyd | 5,00 | - | - |
| Manganoxydul | 0,43 | - | - |
| | | 100,99 | |

Ungeachtet der grünen Farbe dieses Fossils trage ich kein Bedenken, den größten Theil des Eisens als Oxyd anzunehmen, da eine so große Menge Oxydul gewiss eine tiefere grüne Farbe hervorgebracht haben würde. Schon beim Beryll sehen wir weit stärkere Färbung durch kaum 1 pr. C. Eisenoxydul hervorgebracht. Das Verhalten der Farbe des Pulvers scheint auch den höhern Oxydations Grad anzudeuten, neben einer kleinen Einmengung von Oxydul, und außerdem zeigt der Sauerstoffgehalt der Thonerde, verglichen mit dem des Kalkes und des Manganoxyduls, daß hier das Eisen als Oxyd oder als 3 atomige Basis vorhanden ist, und daß nur ein kleiner Theil als Oxydul der Farbe den Stich ins Grüne ertheilt. Dieser Granat ist nicht allein wegen seiner Durchsichtigkeit, sondern auch deshalb sehr interessant, weil man bei ihm in Wirklichkeit findet, was die Theorie schon als möglich aufstellte, nämlich einen Fall, wo

das Eisen nicht zur wesentlichen Constitution des Granates gehört. Die Formel für denselben wird, wenn man die geringe Einmengung von Eisen und Mangan übergeht; $CS + AS$ oder wenn man sie aufnimmt:

$$\left. \begin{matrix} C \\ f \\ mn \end{matrix} \right\} s + \left. \begin{matrix} A \\ F \end{matrix} \right\} s.$$

Hr. Libotschitz hat in *Gilb. Annalen*^{*)} den hier untersuchten Granat unter dem Namen *Grosular* beschrieben und seine Krystallgestalt dafelbst auf Taf. IV. Fig. 3. abgebildet. Aber der *Grosular* (worauf sich Hoffmann bei der Beschreibung eines granatförmigen Minerals bezieht, und welches das nämliche zu seyn scheint, als das, was hier analyfirt ward), welcher nach Klaproth's Analyse, aus

| | |
|------------|-------|
| Kieselerde | 44,00 |
| Thonerde | 8,50 |
| Kalkeerde | 33,5 |
| Eisenoxyd | 12,00 |
| | 98,00 |

besteht, kann nicht hieher gehören. Hauy's *Aplom* weist sich schon durch seine tief dunkelbraune Farbe als eine andere Varietät von Granat aus. Laugier's Analyse desselben (im Tableau comparatif angeführt) gibt wegen des grossen Verlustes, keinen erheblichen Aufschluss, obgleich der Gehalt an Kiesel- und Thonerde vollkommen mit dem hier untersuchten übereinstimmt.

No. 13. Granat von *Klemetsauns* in Norwegen,

Krystallisiert in vollkommen ausgebildeten regulären Rhomboïdal-Dodekaëdern. Die Krystalle, wel-

^{*)} Band 72. S. 429. (P.)

che ich nur lose sah, haben die Grösse einer kleinen Erbse und darunter. Sie sind von einem weissen Mineral theils überzogen, theils in reichlicher Menge aderförmig durchsprengt, das dem Ansehen und dem Verhalten vor dem Löthrohre nach, dem Albit ähnlich ist, jedoch etwas leichter schmelzbar zu seyn scheint. Farbe ist schmuzig rothbraun, fast ohne Glanz. Dünne Splitter sind schwach durchscheinend. Das Pulver ist bläss rosenroth, und wird beim Glühen dunkler fast ziegelfarben. Durch Digestion mit Salzsäure wird dieser Granat gröfstentheils aber nicht vollkommen aufgelöst. Spezif. Gewicht = 3,851. Vor dem Löthrohr bekommt er im stärksten Feuer eine dunklere Farbe, schmilzt, und behält dieselbe auch nach der Abkühlung. Er schmilzt ruhig und leicht zu einer schwarzen Kugel, mit metallisch angelaufenen Flecken auf der glänzenden Oberfläche. In Borax schwer löslich. Durch Phosphorsalz in geringer Menge zersetzbar. Die Flüsse werden schwach durch Eisen gefärbt und mit Soda auf Platinblech zeigt sich Mangan-Reaction. Die Analyse lieferte:

| | | | |
|--------------|---------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 52,107 | hält Sauerstoff | 26,20 |
| Thonerde | 18,035 | - | 8,42 |
| Eisenoxydul | 23,540 | - | 5,36 |
| Kalkerde | 5,775 | - | 1,62 |
| Manganoxydul | 1,745 | - | 0,39 |
| <hr/> | | | |
| | 101,202 | | |

Die grosse Quantität von Kieselerde macht es unmöglich, die Resultate der Analyse von diesem Granate auf eine Art zu berechnen, die mit der theoretischen Ansicht von der Zusammensetzung der Granate übereinstimme, zu welcher die vorhin angeführten

Analysen Anleitung gaben. In Verthuthung, es habe irgendwo ein Misgriff Statt gefunden, wiederholte ich diesen Versuch, so wie auch die meisten der übrigen, dreimal und stellte einen vierten bloß zur Bestimmung des Kieselerde-Gehaltes an. Die Resultate wichen aber nur so unbedeutend von einander ab, wie es selbst bei den genauesten Analysen nicht ungewöhnlich ist. Was noch mehr die Aufmerksamkeit auf sich zieht, als der bloße Ueberschuss des einen Bestandtheiles, ist der Umstand, daß der Sauerstoff der Basen mit dem der Kieselerde verglichen, ganz leicht auf ein *Bisilicat* deutet, so daß die Zusammensetzungsformel den Ausdruck bekommt

$$\left. \begin{matrix} f \\ mn \end{matrix} \right\} s + 4s^2 \text{ oder richtiger } \left. \begin{matrix} f \\ mn \end{matrix} \right\} s^2$$

indem man voraussetzen muß, daß die stärkern Basen die grösste Menge Kieselerde aufnehmen. Eine solche Abweichung von dem, was die Erfahrung über die Zusammensetzung so vieler Granaten bestätigt, kann indess schwerlich durch die Analyse eines Minerals als bewiesen angesehen werden, welches, wie das in Rede stehende, durch fremde Einmengung so unrein ist. Ich glaube daher, daß hinsichtlich dieses Verhältnisses, der Granat von *Klemetsaune* einstweilen bei Seite gesetzt werden muß.

Die sämmtlichen hier angeführten Analysen, welche nur mit Zuzielung der Ansichten des Hrn. Mitscherlich über das Zusammenkristallisiren isomorpher Basen, einen Begriff von der chemischen Constitution der untersuchten Mineralien geben können, würden wie es scheint, ganz offenbar die Bestimmung eines allgemeinen Princips für die Zusam-

mensetzung der Granaten darbieten, wenn die Anzahl der von mir untersuchten, in Vergleich mit den zahlreichen Abarten dieses Geschlechtes nicht zu beschränkt wäre, um daraus eine so allgemeine Schlussfolge ziehen zu dürfen. Um zu sehen, in wiefern die schon früher vorhandenen Granat-Analysen zu einer grösseren Gewissheit führen würden, habe ich einen Vergleich derselben unternommen, aber die Schlüsse, die man aus den meisten älteren ziehen kann, sind im höchsten Grade unsicher, da diese Untersuchungen in eine Zeit fielen, in der keine theoretische Ansichten mit ihnen in Verbindung standen, und man deshalb kein besonderes Interesse auf völlige Genauigkeit in den quantitativen Verhältnissen legte, auch die Methoden der Analyse, gegen die jetzige Vollkommenheit derselben sehr mangelhaft waren. Indess sind mehrere darunter, die nicht unbedingt die Anwendung desselben Princips gestatten, welches die Lehre von den bestimmten Proportionen und die Eigenschaften der isomorphen Basen darbieten und dem ich bei der Berechnung der Zusammensetzung der von mir untersuchten Granaten folgte. Ich werde hier die Resultate einiger dieser Analysen aufführen und den Sauerstoffgehalt der Educte daneben setzen:

Karsten's Almandin (Hauy's Tabl. comp.)

| | | | |
|-------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 37.75 | hält Sauerstoff | 18.94 |
| Thonerde | 27.25 | - | 12.72 |
| Eisenoxydul | 32.32 | - | 7.35 |
| Mangan | 0.25 | | |
| | 97.57 | | |

Ich habe das Eisenoxyd als Oxydul in Rechnung gebracht, weil dieses Metall im *Almandin* wahrscheinlich immer auf dieser niedrigen Oxydations-Stufe vorhanden ist. Im Falle man mit vollem Vertrauen annehmen kann, daß Eisen und Thonerde scharf von einander abgeschieden wurden, so passt die theoretische Ansicht gewiß nicht auf die Zusammensetzung dieses Granaten.

Klaproth's *Melanit* (Tabl. compar.)

| | | | |
|------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 35,50 | hält Sauerstoff | 17,85 |
| Thonerde | 6,00 | - - - | 2,80 |
| Eisenoxyd | 25,23 | - - - | 7,66 |
| Kalkerde | 32,50 | - - - | 9,12 |
| Mangan | 0,40 | | |
| | | | 99,65 |

In der Voraussetzung, daß die Analyse einer kleinen Correction bedarf, liefert sie deutlich die Formel $CS + \frac{4}{F} \}$ 8.

Klaproth's *Pyrop.* (Tabl. compar.)

| | | | |
|-------------|------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 40,0 | hält Sauerstoff | 20,12 |
| Thonerde | 28,5 | - - - | 13,31 |
| Talkerde | 10,0 | - - - | 3,87 |
| Eisenoxydal | 14,8 | - - - | 9,37 |
| Kalkerde | 3,5 | - - - | 0,97 |
| Mangan | C,2 | | |
| | | | 97,0 |

Die Reduction des Eisens zu Oxydul wird durch die Analogie mit den übrigen Granaten gerechtfertigt, in denen man dieses Metall und die Thonerde in größerer Menge beisammen findet. Die Zusammensetzung

zung des Pyrop's würde sich wohl nach dieser Analyse ohne Schwierigkeit durch die Formel $\frac{M}{f} S + z AS$ ausdrücken lassen; aber es bedarf mehrerer Beispiele, um eine solche Zusammensetzung bei Granaten annehmen zu können. Zieht man neben dem Verlust in der Analyse zgleich die Schwierigkeit in Betracht, Talk- und Thonerde mit Genauigkeit von einander zu trennen, welche bei den älteren Methoden noch grösser war, als bei den jetzigen, so muss man das Urtheil über die Zusammensetzung des Pyrop's auf weiteren Untersuchungen beruhen lassen.

Vauquelin's böhmischer Granat. (Tabl. compar.)

| | | | |
|-------------|------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 36,0 | hält Sauerstoff | 18,10 |
| Thonerde | 22,0 | - | 10,27 |
| Eisenoxydul | 36,8 | - | 8,37 |
| Kalkeerde | 3,0 | - | 0,84 |
| | 97,0 | | |

Die Annahme des Eisens als Oxydul wird, beim böhmischen Granaten, sowohl durch die schon vorhin gemachte Bemerkung gerechtfertigt, als auch durch das Verhalten desselben vor dem Löthrohr. Sehr wahrscheinlich wird man aus der Analyse die Formel $fS + AS$, oder wenn man will, $\frac{C}{f} S + AS$ herleiten können.

Klaproth's sibirischer Granat. (Tabl. compar.)

| | | | |
|-------------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 44,0 | hält Sauerstoff | 22,13 |
| Thonerde | 8,5 | - | 3,90 |
| Kalkeerde | 35,5 | - | 9,97 |
| Eisenoxyd | 12,0 | - | 3,64 |
| Mangan u. Verlust | 2,0 | - | |
| | 100,0 | | |

Das Resultat dieser Analyse lässt sich unmöglich in die einfache Formel mit zwei Ausdrücken bringen; worin die Basen im gleichen Sättigungsgrad mit der Kieselerde verbunden sind. Dieselbe Bemerkung gilt für den von Vauquelin analysirten Granat von Pic d'Ereslidz (Tabl. comp.).

Melanit, analysirt von Hrn. Hisinger. (Afh. i Physik och Kemi, II. 153.)

| | | | |
|-------------------|-------|-----------------|--------|
| Kieselerde . . . | 34,53 | hält Sauerstoff | 17,36 |
| Kalkerde . . . | 24,36 | - - - | 6,84 |
| Eisenoxydul . . . | 36,01 | - - - | 8,20 |
| Thonerde . . . | 1,00 | - - - | 0,46 |
| Flüchtige Theile | 0,50 | | |
| Verlust . . . | 3,60 | | |
| | | | 100,00 |

Der grosse Verlust erschwert die Berechnung dieser Analyse, die indessen die Formel $\frac{C}{f} \cdot S + \frac{F}{A} \cdot S$ anzudenken scheint.

Vauquelin's *Melanit*. (Afh. i Physik och Kemi, IV. 158.)

| | | | |
|------------------|------|-----------------|-------|
| Kieselerde . . . | 34,0 | hält Sauerstoff | 17,10 |
| Kalkerde . . . | 33,0 | - - - | 9,26 |
| Thonerde . . . | 6,4 | - - - | 2,98 |
| Eisenoxyd | 25,5 | - - - | 7,81 |
| Verlust . . . | 1,1 | | |
| | | | 100,0 |

Hier ist aller Grund zu der Formel $CS + \frac{F}{A} \cdot S$, oder besser $\frac{C}{f} \cdot S + \frac{F}{A} \cdot S$; es wäre aber nöthig, aus dem Verfahren beurtheilen zu können, ob alle Kieselerde, welche Thonerde und Eisen mit sich reissen, von diesen abgeschieden wurde.

Granat von *Dannemora.*, (Afsh. etc. II. 188.)

| | | | |
|--------------|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | 34,04 | hält Sauerstoff | 17,12 |
| Thonerde | 18,07 | - - - | 8,44 |
| Kalkerde | 16,56 | - - - | 4,65 |
| Eisenoxydul | 9,00 | - - - | 2,04 |
| Manganoxydul | 21,90 | - - - | 4,80 |
| Talkerde | 0,56 | | |
| | | 100,13 | |

Diese Analyse kann eine Formel geben, die sich
nähert = $\frac{C}{Mn} \{ S + \frac{F}{A} \} S$.

Buchholz's Granat. (Afsh. etc. III. 329.)

| | | | | |
|-----------------------|-----|-------|-----------------|-------|
| Kieselerde | • • | 34,50 | hält Sauerstoff | 17,37 |
| Kalkerde | • • | 30,75 | - - - | 8,63 |
| Manganoxydul | • • | 3,26 | - - - | 0,71 |
| Eisenoxyd | • • | 25,00 | - - - | 7,66 |
| Thonerde | • • | 2,00 | - - - | 0,93 |
| Kohlenäsüre u. Wasser | | 4,25 | | |
| | | 99,76 | | |

Aus diesem folgt die Formel: $\frac{C}{Mn} \{ S + \frac{F}{A} \} S$, zu welcher eine kleine Einmengung von kohlenäuren Kalk hinzu kommt, die durch die Gegenwart der Kohlenäsüre angedeutet wird und den Ueberschuss von Kalkerde erklärt.

Rothhoffit von *Langbanshytta*. (Afhandl. etc. III. p. 329.)

| | | | |
|--------------|--------|-----------------|------|
| Kohlenäsüre | 2,00 | | |
| Kieselerde | 35,00 | hält Sauerstoff | 17,3 |
| Eisenoxyd | 26,00 | - - - | 8,0 |
| Kalkerde | 24,70 | - - - | 6,3 |
| Manganoxydul | 8,01 | - - - | 1,9 |
| Thonerde | 0,20 | | |
| Natron | 1,24 | | |
| Verlust | 2,25 | | |
| | 100,00 | | |

Da bei der Analyse bemerkt ist, dass sich das Mineral ohne Entwicklung von Chlor in Salzsäure auflöse, so zeigt dies den niederen Oxydations-Grad des Mangans an und darnach habe ich auch dasselbe berechnet. Dieser Granat, der nahe mit dem gelben von demselben Fundorte verwandt zu seyn scheint, giebt auch dieselbe Formel: $\frac{C}{mn} \} S + FS.$

sich
Granat von *Lindbo*.

(untersucht von Hrn. Hisinger. K. Vet. Ac. Handl. 1821.)

giebt die Formel $\frac{C}{f} \} mn \} S + FS.$

Granat von *Sahla*

Zwei Varietäten, analysirt von Hrn. Bredberg (K. Vet. Ac. Handl. 1822. 1. St. p. 83.) geben die Formel

$\frac{C}{M} \} S + \frac{A}{F} \} S.$

Der Granaten von Fahlun wurde schon zu Anfang dieser Abhandlung erwähnt.

Unter den Analysen, die mit der äussersten Sorgfalt angestellt wurden, kommen jedoch zwei vor, die eine starke Abweichung von dem Verhältniss zeigen, das man in Folge der hier aufgestellten Ansichten annehmen könnte, als hinweisend auf ein allgemeines Princip für die chemische Construction der Granaten. Die Versuche, welche Hr. Arrhenius und d' Ohlsson mit dem Granat von *Broddbo* und *Finbo* anstellten, gaben für den ersten die Formel: $fS^2 + 2mnS + 2AS$ und für letzteren: $fS^2 + mnS + 2AS$. Diese Zusammensetzungen scheinen sich nicht mit dem vereinigen zu wollen, was die Analysen der von mir untersuchten Granaten zu erkennen geben. Bevor man es aber deshalb auf-

giebt, eine für das ganze Granatgeschlecht geltende einfache Zusammensetzungsformel aufzu'uchen, wie sie sich aus einem Theil der Analysen ergiebt, möge es mir verstattet seyn, einige Bemerkungen zu machen.

Die Granaten haben im Allgemeinen eine ausgezeichnete Neigung, in ihre chemische Construction fremde Verbindungen aufzunehmen. Oft kann man auf den Flächen der ausgezeichneten Krystalle matte Farben unterscheiden, die eine solche Einmengung verrathen. Bisweilen sind diese Einmengungen durch ihre grosse Quantität sichtbar, wie bei dem so eben beschriebenen Granat von *Klemetsaune* und mehreren anderen, welche ich in Sammlungen fand. Eine solche mechanische Einmengung hindert aber die Kry-stallisation nicht; im Gegentheil könnte man nach mehrern Analogien schließen, daß diese dadurch befördert werde. Anders möchte die Folge seyn, wenn der Granat die eingemengten Stoffe chemisch mit sich vereinigt hätte. Der Granat von *Broddbo* ist bis jetzt noch nicht krystallisirt gefunden. Er zeigt keine Durchgänge, sondern einen rein körnigen Bruch; allein in Ablösungen scheinen die Ränder ein Streben zur Krystallisation anzudeuten. Sollte man nicht annehmen dürfen, daß die Ausbildung derselben, durch eine fremde, mit den Granaten chemisch verbundene Einmischung, verhindert wurde. Einen ähnlichen Ueberschuss — wie man schicklicherweise sagen kann — findet man bei dem, mit den Granaten so nahe verwandten *Kaneelstein* oder *Effonit*, der wie die beiden angeführten Granat-Arten, denselben körnigen Bruch besitzt, verbunden mit demselben Strich in

den Ablösungen, obgleich mehr bestimmt und grössere Neigung zur regelmässigen Gestalt zeigend.

Wendet man diese Bemerkungen auf den Granat von *Broddbo* an, dessen Analyse die Formel: $fS^2 + 2mnS + 2AS$ gab, so zeigt es sich, dass, wenn man den Ueberschuss oder die der chemischen Verbindung fremde Einmischung als $mnS^2 + fS^2$ annimmt, alsdann die Formel der Granaten $\frac{mn}{f} \cdot S + AS$ seyn wird. Wollte man den Ueberschuss als aus Eisenbisilicat bestehend ansehen, so ist die Formel einfach $= mnS + AS$, welcher man aber dennoch die erste vorziehen muss, da wir bis jetzt noch keinen Granat ohne Eisen gefunden haben, obgleich sehr gut ein Mineral denkbar wäre, in welchem die Stelle des Eisenoxyduls völlig durch eine andere mit diesem Oxyde isomorphe Base eingenommen würde.

Was ich hier über den Granaten von *Broddbo* ausserte, gilt jedoch nicht für den von *Finbo*. Dieser gab: $fS^2 + mnS + 2AS$, in welchem daher das Eisenoxydul in dem ersten Gliede als Bisilicat vorhanden ist. Er ist jedoch österer und deutlicherer mit fremden Materien vermengt als der von *Broddbo*, und zeigt bisweilen eine kry stallinische Fläche, auf sichtbar stark gemengten Massen.

Die Beispiele, welche ich in dieser Abhandlung von der Zusammensetzung der Granaten angeführt habe, scheinen den Beweis zu liefern, dass diese ein Doppel-Silicat mit Basen von gleichem Sättigungsgrade bilden; dass in dem einen Silicat die Thonerde oder das mit diesem isomorphe Eisenoxyd enthalten ist, beide als Verbindungen mit 3 Atomen Sauerstoff

angehörend, und daß man in dem zweiten, die isomorphen Basen, Eisenoxydul, Manganoxydul, Talk- und Kalkerde, (deren Sauerstoffgehalt zu 2 Atomen angenommen wurde) sich einander ersetzen, so daß die Basen des einen Silicates eben so viel Sauerstoff enthalten, als die Basen des anderen und folglich halb so viel als der elektro-negative Bestandtheil, die Kieselerde.

Bezeichnet man, um die chemische Construction durch eine Formel auszudrücken, mit R das brennbare Radikal der Base, so würde man für die Granaten den allgemeinen Ausdruck haben:



In wiefern diese Schlüßfolge auf das ganze Geschlecht eine richtige Anwendung finden mag, muß weiteren Untersuchungen zur Entscheidung überlassen bleiben.

II.

Bemerkungen zu der Schrift:

Verfuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quantität verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen von verschiedener Construction und durch Röhren ausströmt. Von F. K. L. Koch, Eisenhüttengehilfen zur Königshütte am Harz. Nebst 5 Tabellen und 2 Steindrucktafeln. Göttingen bei C. Ed. Rosenbusch. 1824.

von

Dr. G. G. SCHMIDT, Prof. d. Math. u. Phyf. zu Gießen.

Herr Koch hat in der angeführten Schrift, welche aus dem ersten Bande der Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde besonders abgedruckt ist, höchst interessante Beobachtungen mittheilt, die er über das Ausströmen verdichteter atmosphärischer Luft aus Oeffnungen von verschiedener Construction und gegebener Größe mit einem sehr ins Große ausgeführten Apparat angestellt hat. Da diese Versuche im Grunde den meinigen nachgebildet wurden, welche im 66. Bande S. 39 u. ff. der Gilbertschen Annalen beschrieben sind, und Hr. Koch aus seinen Versuchen Resultate gezogen hat, von welchen er glaubt, sie widersprüchen dem von mir aufgestellten Gesetz über das Ausströmen der Gasarten; so wird es den Lesern dieser Zeitschrift wohl nicht unangenehm seyn, Hrn. Kochs Versuche hier be-

schrieben, seine daraus gezogenen Folgerungen mit den aus meinen Versuchen abgeleiteten verglichen und kritisch gewürdigt zu finden.

Hrn. Kochs Apparat bestand aus einem Cylinder von Guseisen, ungefähr 80 Cubikfuß haltend, in welchen die Luft durch den Druck einer Wässerfülle verdichtet ward, welche aus einem nebenstehenden hölzernen Gefäß, durch eine unten zwischen beiden Gefäßen angebrachte Verbindungsrohre, die mit einem Hahne versehen war, herwirkte. Der eiserne Cylinder war unten mit einem ebenen eisernen Deckel und oben mit einem flachen Gewölbe geschlossen; seitwärts unter dem Gewölbe befand sich ein Hahn, in welchem die verschiedenen Oeffnungen und Röhren eingesetzt werden konnten, durch welche man die Luft ausströmen lassen wollte. Der Wasserbehälter stand zur Seite auf einem Gestelle etwas höher, als das Luftgefäß, und daher musste die Verbindungsrohre ein rechtwinkliches Kniee erhalten. Die Wasserstände im Behälter wurden an einer mit demselben in Verbindung stehenden gläsernen Röhre gemessen und hieraus in Verbindung mit der bekannten Höhe des Behälters über dem Luftgefäß, konnte die Wässerfülle bestimmt werden, welche die Luft in dem eisernen Cylinder zusammendrückte.

Die Art, wie die Beobachtungen angestellt wurden, war im Ganzen genommen, folgende: Nachdem der Wasserbehälter bis zu einer bestimmten Höhe angefüllt war, wurde der mit der Ausströmungsöffnung versehene Lufthahn verschlossen, dagegen der Hahn der Verbindungsrohre geöffnet, worauf das Wasser aus dem Behälter, durch die Verbindungsrohre, die

Luft in dem Luftgefäß zusammenpresst und dann nach einigen Schwankungen zur Ruhe kommt. Jetzt ward der Stand des Wassers und somit die Druckhöhe genau gemessen, darauf der Lufthahn geöffnet und die Schläge eines Chronometers gezählt. Nach Verlauf einer gewissen Anzahl derselben (gewöhnlich 100) wurde der Lufthahn wieder geschlossen, und der neue Wasserstand nach eingetretener Ruhe wieder beobachtet. Die Beobachtungen wurden so oft wiederholt, bis endlich der Wasserstand im Behälter mit dem im Luftgefäß in einer wagrechten Ebene lag und natürlich ein weiteres Ausströmen der Luft nicht mehr Statt finden konnte. Aus der beobachteten Senkung des Wasserstandes im Behälter und dem bekannten Verhältniß der Querschnitte des cylindrischen Wasserbehälters und des cylindrischen Luftgefäßes $= B^2 : A^2$ konnte das Ansteigen des Wasserstandes in dem Luftgefäß abgeleitet und durch Summirung beider Größen die Änderung der Druckhöhe für eine gegebene Zeit bestimmt werden. Diese zusammengehörigen Änderungen von Zeit und Druckhöhe waren es, auf welche Hr. Koch vorzüglich sein Augenmerk richtete, indem er nicht ohne Grund bemerkte, daß letzte Moment des Ausströmens (wie ich dies ebenfalls gefunden hatte) sehr schwer zu beobachten. Doch konnte durch die Summirung der einzelnen Unterschiede der Zeit und Druckhöhe, auf die gesammte zusammengehörige Druckhöhe und Zeit theils nach der Beobachtung, theils nach der Berechnung geschlossen werden. Bei jedem Versuch wurde auch der Barometer- und Thermometerstand aufgezeichnet.

net, im Grunde aber weiter kein Gebrauch von denselben gemacht.

Auf die eben beschriebene Weise wurden mehrere Versuche über das Ausströmen der verdichteten Luft angestellt, und zwar 1) durch Oeffnungen in dünnen Platten, 2) durch kurze cylindrische Ansatzröhren, 3) durch kurze konische Röhren, 4) durch längere oder cylindrische Röhren, die nach und nach verkürzt wurden.

Jetzt wollen wir zuerst die Resultate erwähnen, welche die Versuche über das Ausströmen der Luft durch Oeffnungen in dünnen Platten gaben. Von den kreisförmigen Oeffnungen besaß

No. 1. 2,96 Linien Durchmesser, also 0,00033185
Quadr. Fuß im Querschnitt;

No. 2. 6,153 Linien Durchmesser, 0,0014539 Q. F.
Querschnitt.

Ferner betrug der Querschnitt des Luftgefäßes
 $A^2 = 19,654980$ Q. Fuß; der des Wasserbehälters
 $B^2 = 11,98196$ Q. Fuß Kalenberger Maass.

Nachdem nun mehrere Beobachtungen angestellt waren, versuchte Hr. Koch eine Gleichung zwischen den zusammengehörigen Druckhöhen und Ausströmungszeiten zu finden. Dies wollte durch Rechnung nicht so gut gelingen als durch geometrische Construction. Letztere zeigte, dass man die Zeiten durch die Ordinaten einer Hyperbel darstellen könne, zu welchen die Druckhöhen als Abscissen gehören; beide vom Scheitel aus gerechnet. Hierdurch ergab sich die Gleichung

$$t = f \sqrt{(a+s)s} \quad \dots \quad (1)$$

wo t die Zeiten und s die Druckhöhen bezeichnen; f und a aber zwei beständige Größen, deren Werthe nun aufzufinden sind. Hr. Koch fand theils durch Combination der Versuche, theils durch glückliches Probiren für $a = 28$ Fuß, wenn man die Druckhöhe s durch eine Wassersäule in Füssen ausdrückt. Nun war es leicht für jeden einzelnen Versuch die Größe f zu bestimmen, und da die einzelnen Werthe nicht sehr verschieden ausfielen, so wurde f als wirklich constant angesehen und dafür der sich aus den einzelnen Versuchen ergebende Mittelwerth genommen. So fand sich für die Öffnung

$$\text{No. 1. } a = 28 ; f = 72,5873$$

$$\text{No. 2. } a = 28 ; f = 16,6053$$

Jetzt konnten für verschiedene Werthe s und s' der Druckhöhe, die zugehörigen Werthe der Zeiten t und t' , also auch die Zeitunterschiede $t - t'$ berechnet und mit den beobachteten Zeitunterschieden verglichen werden. Es fand in der Regel eine Uebereinstimmung bis auf einzelne Chronometerschläge statt.

(Doch muß der Wahrheit gemäß bemerkt werden, daß die berechneten Zeitunterschiede nicht mit den mittleren Werthen von f , sondern mit dem jeder Reihe von Versuchen besonders angepaßten Werthen von f gefunden worden sind). War nun die Gleichung zwischen *Druckhöhe* und *Zeit* bestimmt, so konnte aus derselben leicht eine zweite zwischen der *Druckhöhe* und *Geschwindigkeit* abgeleitet werden.

Ans der Aenderung der Druckhöhe ds , findet sich die Aenderung des Wasserstandes im Luftgefäß

$$= \frac{B^2}{B^2 + A^2} \cdot ds$$

wofür man Cds schreibe, und dann hat man

$$A^2 \cdot Cds = \nu n^2 dt$$

worin ν die Geschwindigkeit und n^2 den Querschnitt der Oeffnung bezeichnen; daraus ist

$$\nu = \frac{A^2 C}{n^2} \cdot \frac{ds}{dt}$$

und setzt man darin aus der Gleichung (1)

$$\frac{ds}{dt} = \frac{2\sqrt{(a+s)s}}{f(a+2s)}$$

so ergibt sich:

$$\nu = \frac{2A^2 \cdot C}{n^2 f} \cdot \frac{\sqrt{(a+s)s}}{a+2s}$$

Da nun der Natur der Sache gemäss, f im verkehrten Verhältnisse zu n^2 stehen muss, so ist $n^2 f$ eine beständige Größe, und so findet sich nach ausgeführter Rechnung

$$\nu = 750 \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+2s}$$

als Gleichung für die Geschwindigkeit der aus Oeffnungen in dünnen Platten strömenden verdichteten Luft.

Zu den Versuchen über das Ausströmen der verdichteten Luft durch kurze cylindrische Ansatzröhren, wurden folgende in Metall gebohrte cylindrische Röhren gebraucht.

No. 1. 2,974 Linien Durchmesser und 1 Zoll lang

No. 2. 4,655 - - - - - 1 - -

Zu den Versuchen über das Ausströmen durch conische Oeffnungen, folgende conische Röhren:

| | | |
|--------|--|------------------|
| No. 1. | 12,""05 lang ; Durchmesser 5,""015 . . . | 5,""1054 |
| No. 2. | 18,65 - - - | 2,72 . . . 4,66 |
| No. 3. | 18,65 - - - | 2,65 . . . 6,57 |
| No. 4. | 35,50 - - - | 2,725 . . . 6,42 |
| No. 5. | 6,50 - - - | 2,725 . . . 6,3 |

Der Winkel, welchen die Seiten der conischen Mundstücke mit der Axe des Kegels machten, variierte hiebei von $12'$ bis zu 15° . Die Versuche über das Ausströmen der verdichteten Luft durch die kurze Ansatzröhre wurden ganz auf die schon beschriebene Weise ange stellt und so das Resultat gefunden: daß für kurze Ansatzröhren die Gleichung $t = f\sqrt{(a+s)s}$ beibehalten werden kann und eben so der Werth des beständigen Faktors a ; daß aber der Werth von f sich mit der Grösse und Gestalt der Ausströmungs-Röhre verändert. Sucht man aus der Gleichung für t die Gleichung für v , so erhält man im Mittel aus den Versuchen, bei kurzen cylindrischen Ansatzröhren

$$v = 930 \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+2s}$$

Bei kurzen conischen Röhren, die enge Oeffnung nach außen gekehrt

$$v = 1084 \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+2s}$$

Der Einfluß, welchen die Gestalt der Oeffnung auf die Geschwindigkeit des Ausströmens der Gase äußert, steht also nach Hrn. Kochs Versuchen, für Oeff-

nungen in dünnen Platten, für kurze cylindrische und conische Oeffnungen, in dem Verhältnisse

$$750 : 950 : 1084$$

Meine Versuche geben im Mittel für diese Verhältnisse

$$52 : 63 : 70 \text{ oder } 750 : 909 : 1010.$$

Hier ist also eine Uebereinstimmung, wie man sie kaum bei Versuchen der Art erwarten kann, besonders wenn man bedenkt, dass die Grösse meines Apparates selten Oeffnungen über eine halbe Linie im Durchmesser zuließ. Wie verhält es sich aber mit dem absoluten Werth von v ? Hr. Koch glaubt durch seine Versuche das von mir aufgestellte Gesetz, über das Ausströmen der Gasarten, welches er von vornher aus theoretischen Gründen für unstatthaft erklärt, widerlegt zu haben. Wir werden aber sogleich sehen, dass Hrn. Kochs theoretische Einwürfe nichts sagen wollen, und dass seine Versuche einen besonderen Fall des von mir aufgestellten allgemeinen Gesetzes vollkommen bestätigen. Mein Gesetz wird durch die Formel dargestellt:

$$v = A \cdot 2 \sqrt{\frac{gx}{\delta}}$$

worin A einen Coefficienten bezeichnet, welcher den Einfluss der Oeffnung und den Widerstand des Mittels einschliesst; x, δ veränderliche Spannkraft und Dichte des ausströmenden Gases und g Fallraum in einer Sekunde bezeichnen. Die Gründe, welche mich zur Annahme dieser Form des Ausdruckes für die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases bewogen, habe ich in dem angeführten Aufsatz angegeben und will

sie hier nicht wiederholen. Aber von Hrn. Kochs theoretischen Einwürfen gegen das, (in sofern bloß von verdichteter atmosphärischer Luft, die durch ihre eigene Spannkraft in den leeren Raum entweicht) eigentlich schon von Bernoulli aufgestellte Gesetz, der Geschwindigkeit der ausströmenden Luft, muss ich nothwendig reden. Hr. Koch behauptet, man verwechsle hiebei auf eine unstatthafte Weise, elastische Flüssigkeiten mit unelastischen Flüssigkeiten, und das Gesetz führe auf den Widerspruch: dass die Luft bei jeder Verdichtung mit gleicher Geschwindigkeit in den leeren Raum ströme. Wie bekannt stellt man sich vor, die Spannkraft der ausströmenden Luft, welche hier die bewegende Kraft ist, werde hervorgebracht durch den Druck oder das Gewicht einer Luftsäule von gleichförmiger und gleicher Dichte mit der ausströmenden Luft, und berechnet nun die zur Höhe dieser Luftsäule, als Druckhöhe betrachtet, zugehörige Geschwindigkeit. Allerdings liegt dieser Vorstellung eine Art Fiction zum Grunde, aber gewiss eine sehr erlaubte! Bei Erzeugung einer Bewegung ist es ganz einerlei, durch welche Ursache die bewegende Kraft hervorgebracht wird, wenn diese nur immer von einerlei Grösse bleibt. In dem bis auf die kleine Oeffnung überall verschlossenen Gefäss, kann die Spannkraft der Luft nicht anders als eine drückende Kraft wirken und die Luft nicht anders als ein flüssiger Körper durch die Oeffnung entweichen. Dass der Luftstrahl, wenn er einmal zur Oeffnung hinaus ist, nun vermöge seiner Elasticität andern Gesetzen folgen müsse, als der Wasserstrahl, wird wohl kein Mensch läugnen; aber davon ist hier die Rede nicht. Man

könnte einwenden, daß das Wasser, welches aus einem Gefäß strömt, zwar seine Druckhöhe ändert, nicht aber seine Dichte, hingegen bei der ausströmenden Luft sich mit der Spannkraft auch die Dichte ändert. Sehr richtig! aber dieser Unterschied zwischen elastischen und unelastischen Flüssigkeiten, welche durch Öffnungen ausströmen, wird auch durch die angegebene Berechnungsart berücksichtigt, indem sie fordert, man solle für jeden Moment des Ausströmens die der Luft zukommende Dichte und Spannkraft der zu berechnenden Druckhöhe zum Grunde legen. Wenn also Hr. Koch behaupten will, es gehe hier eine Verwechslung der Begriffe von elastischen und unelastischen Flüssigkeiten vor, so können wir dies nicht zugeben. Allerdings ist es sehr wahr, daß wenn Druckhöhe und Spannkraft bei der ausströmenden Luft sich in gleichem Verhältnisse ändern, also der Quotient $\frac{x}{\delta}$ eine beständige Größe bleibt, die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft auch unveränderlich bleiben müsse. Ist dies aber nicht den allgemeinen Bewegungsgesetzen völlig entsprechend? Wer läugnet, daß die 100 mal größere Kraft in der 100 mal größeren oder dichteren Masse dieselbe Geschwindigkeit erzeuge, als die einfache Kraft in der einfachen Masse? Quecksilber fliesst unter gleicher Druckhöhe mit derselben Geschwindigkeit aus wie Wasser, obgleich der absolute Druck auf die Öffnung bei dem Quecksilber 13,6 mal größer ist, als bei dem Wasser.

Doch wir kommen nun auf die Beantwortung der weit wichtigeren Frage: sind durch Hrn. Koch's Versuche und die aus ihnen gezogenen Formeln, über-

haupt die Gesetze widerlegt worden, welche für die Berechnung der Geschwindigkeit ausströmender verdichteter Luft aufgestellt habe?

Wir gehen bei Untersuchung dieser Frage wieder von unserer Formel $v = A_2 \sqrt{\frac{gx}{\delta}}$ aus. Bei Anwendung dieser Formel sind offenbar zwei Fälle zu unterscheiden: 1) die veränderliche Dichte der ausströmenden Luft, schwächt zwischen so engen Gränzen, dass man sie für unveränderlich annehmen kann, oder 2) diese ist nicht der Fall. Wir wollen jetzt den ersten Fall voraussetzen und die Zeit suchen, welche erforderlich ist, damit eine bestimmte Menge verdichteter Luft, durch eine Oeffnung von gegebener Grösse entweicht. Dabei wollen wir eine solche Einrichtung des Apparates voraussetzen, wie sie bei Hrn Koch's und den meisten von mir angestellten Versuchen Statt fand, d. h. bei welcher die Menge des ausströmenden Gases durch den Querschnitt des Condensationsgefäßes und durch die Geschwindigkeit des in demselben ansteigenden Wasserspiegels bedingt ist. Nennt man also den Querschnitt des Gefäßes $= q^2$; den Querschnitt der Oeffnung n^2 ; das Element der Zeit $= dt$; die dazu gehörige Geschwindigkeit des Wasserspiegels $= dz$ und die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft $= v$, so müssen wir von der Differenzialgleichung

$$vn^2 dt = q^2 dz$$

ausgehen. Nun ist die Änderung der Druckhöhe dz zu der Änderung dt durch das beständige Verhältniss der Querschnitte des cylindrischen Wasserbehäl-

ters zum cylindrischen Luftgefäße gegeben und sey hier mit

$$-mdx = dz$$

bezeichnet, weil x abnimmt, wenn z wächst.

Setzen wir nun in die obige Differenzialgleichung für v und dz ihre Werthe, so erhalten wir

$$n^2 A 2 \sqrt{\frac{g}{\delta}} \cdot dt = -mq^2 dx$$

oder

$$dt = -\frac{mq^2}{2n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x}}$$

Integriert man diese Gleichung und betrachtet δ als beständig, so erhält man:

$$t = -\frac{mq^2}{2n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot 2\sqrt{x} + C$$

oder wenn man die Zeit t von $x = s$ bis $x = \delta$ sucht

$$t = \frac{mq^2}{n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot \sqrt{\delta - s}$$

Bezeichnet nun s die Höhe einer Wassersäule, in Fußen ausgedrückt, und setzt man die zum Druck der Atmosphäre gehörige Wassersäule = 32 Fuß, die dazu gehörige Dichte der atmosphärischen Luft = d , so erhält man

$$\delta = \left(\frac{32 + s}{32} \right) d$$

und dieser Werth in die obige Gleichung geschrieben, giebt

$$t = \frac{mq^2}{n^2 A} \sqrt{\frac{d}{32g}} \cdot \sqrt{(32 + s)s}$$

Schreibt man für den beständigen Faktor kurzweg / und für $32 = a$, so hätte man genau Hrn. Koch's Gleichung

$$t = f \sqrt{(a + s)s}$$

Mr. Koch hätte also von meiner Theorie ausgehend im Voraus bestimmen können, daß in dem Fall, wo man δ als beständig betrachten darf, die Gleichung zwischen s und t hyperbolisch ausfallen müsse. Dass er es nicht gethan hat, sondern etwas andres suchte und nicht fand, ist gerade die schönste Bestätigung meines Gesetzes. Warum hat aber Mr. Koch, indem er von der durch Construction gefundenen Form der Gleichung ausging, und nun den mittleren Werth der beständigen Grösse a durch Anpassen und Probiren mit den Versuchen herleitet, für diesen nicht 32, sondern 28 gefunden? Darauf lässt sich folgendermassen antworten. Es ist, wenn man auch δ als eine beständige Grösse betrachten will, der Wahrheit mehr gemäss, für δ nicht den größten, sondern den mittleren Werth, d. h.

$$\left(\frac{32 + \frac{1}{2} s}{32}\right) \delta$$

zu schreiben, und dann erhält die Gleichung die Form

$$t = f \sqrt{(32 + \frac{1}{2} s) s}$$

die freilich nicht mehr genau zu der Hyperbel passt. Es ist aber, wenn s nahe $= \delta$ wäre, offenbar einerlei, ob man $\sqrt{28 + 8}$ oder $\sqrt{32 + 4}$ schreibt. Da nun Mr. Koch einmal von der hyperbolischen Form der Gleichung ausging, und ferner seine größten Druckhöhen nicht viel von 8 Fuß verschieden waren, indem sie nur zwischen 6 und 7 Fuß betragen, so ist es gar kein Wunder, daß sich durchs Probiren, für a der mittlere Werth von 28 ergeben hat. So hätten wir also die Formel des Hrn. Koch mit der unsrigen für einen gewissen Fall in völlige Uebereinstimmung gebracht. Welcher von beiden die größere Allgemeingültigkeit

zukomme, braucht nach dem bisher Gesagten kaum weiter erörtert zu werden. Die Voraussetzung von der Beständigkeit des Faktors δ findet bei der durch Oeffnungen strömenden verdichteten Luft nur innerhalb gewisser Grenzen statt, bei grossen Verdichtungen aber nicht mehr. Ich habe daher absichtlich meine Formel auch bei starken Verdichtungen mit Hülfe des Condensationsgebläses und bei andern Gasarten als atmosphärische Luft geprüft und sie richtig befunden. Wollte man die Koch'sche Formel für die Geschwindigkeit

$$v = G \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+s}$$

auf andere Gasarten als die atmosphärische Luft anwenden, und dabei denselben Werth des Coëfficienten $G = 750$ oder 950 oder 1084 anwenden, je nachdem die Oeffnungen beschaffen sind, so würde man grosse Fehler begiehen. Man müsste für jedes Gas den Werth des Coëfficienten G durch besondere Versuche bestimmen. Meine Formel drückt dies kurz und allgemein so aus: Die Geschwindigkeiten der Ausströmungen bei verschiedenen Gasarten, verhalten sich verkehrt wie die Quadratwurzel, aus den Dichten der Gasarten, alles Uebrige gleichgesetzt. In der angeführten Stelle der Gilbert'schen Annalen, habe ich die Gleichung für die Zeit entwickelt, in der ein verdichtetes Gas mittelst seiner eignen Spannkraft durch eine enge Oeffnung aus einem Gefäße entweicht *). Hier

*). Zum Vergleich mit dem Resultat der folgenden Betrachtung setze ich diese Formel hieher; sie ist:

$$t = \frac{-g^2 a}{2 s^2} \sqrt{\frac{d}{g b}} \log \operatorname{nat} \left\{ \frac{4b + H + \sqrt{H(b+H)}}{4b + h + \sqrt{h(b+h)}} \right\}$$

in der bezeichnen: t die Ausströmungszeit; b und d die Spann-

will ich noch den Fall betrachten, wenn das Entweichen des Gases durch den Druck einer Wassersäule und das Ansteigen des Wasserspiegels im Condensationagefäß bedingt ist. Dies bildet den andern Fall der oben betrachteten Aufgabe, bei dem wir δ veränderlich setzen. Gehen wir wieder von der Gleichung

$$dt = - \frac{m q^2}{2 \pi^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x}}$$

aus; erwägen, dass δ selbst eine Function von x ist, welche sich durch die Gleichung

$$\delta = \left(\frac{b+x}{b}\right)^d$$

darstellen lässt, worin d die Dichte des Gases unter dem Druck der Atmosphäre = b bezeichnet, und nehmen an, dass auf die Dichte des Gases weiter keine Ursachen Einfluss haben als Druck und Spannung, so haben wir die Gleichung zu integrieren:

$$dt = - \frac{m q^2}{2 \pi^2 A} \cdot \sqrt{\frac{d}{gb}} \cdot \sqrt{\frac{(b+x)}{x}} \cdot dx$$

Schreibt man nun z statt $\sqrt{\frac{b+x}{x}}$, so verwandelt sich der veränderliche Theil des Differentials $\sqrt{\frac{b+x}{x}} \cdot dx$ nach gehöriger Rechnung in

$$-\frac{2b z^2 dz}{(z^2 - 1)^2}$$

zerstreuet man darauf die gebrochene Function und integriert, so erhält man:

$$-\frac{b}{z^2 - 1} \frac{1}{2} b \cdot \log \operatorname{nat} \left(\frac{z+1}{z-1} \right) + c$$

und wenn man hierin wieder rückwärts z in x aus

kraft und Dichte der äusseren Luft; $b + H$, $b + h$ die Spannkraft der eingeschlossenen Luft zu Anfang und zu Ende des Versuches; $q^2 a$ den körperlichen Inhalt des prismatischen oder cylindrischen Luftbehälters; a^2 den Querschnitt der Ausströmungsöffnung und g den Fallraum in der ersten Sekunde, als Maass der Schwerkraft. (P.)

drückt, und das Integral mit den vorhin weggelassenen beständigen Factor multiplizirt, so erhält man für die Zeit

$$t = \frac{-mg^2}{2\pi^2 A} \sqrt{\frac{d}{gb}} \left[-z + \frac{1}{2} b \log \operatorname{nat} \left(\frac{\sqrt{b+z} + \sqrt{z}}{\sqrt{b+z} - \sqrt{z}} \right) \right] + c$$

Sucht man nun die Zeit t von $z = h$ bis $z = 0$, so erhält man endlich

$$t = \frac{mg^2}{2\pi^2 A} \sqrt{\frac{d}{gb}} \left[-h + \frac{1}{2} b \log \operatorname{nat} \left(\frac{\sqrt{b+h} + \sqrt{h}}{\sqrt{b+h} - \sqrt{h}} \right) \right]$$

als den scharfen Ausdruck für die Zeit des Ausströmens bei veränderlicher Spannung und Dichte der Luft.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu Hrn. Kochs Schrift zurück und sehen, was wir seinen eigenen Untersuchungen weiter zu danken haben. Hr. Koch stellt auch Versuche über den Einfluss an, welchen längere Röhren auf die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft äussern. Er bediente sich hierzu zweier Röhren von Messing, von denen No. 1. einen Durchmesser von 4,""19 hatte und 33" 6"" lang war; No. 2. aber 3,""1 im Durchmesser und 27" 1"" Länge hatte. Diese Röhren wurden an den Hahn des Luftgefäßes befestigt; die Luft mittels bekannter Druckhöhen zum Ausströmen gebracht und, wie früher erwähnt worden, die zugehörigen Zeiten beobachtet. Mit jeder Röhre wurde eine Reihe von Versuchen angestellt und die Röhre nach und nach bis auf ein kurzes Ansatzröhren weggeschnitten. Indem nun Hr. Koch die beobachteten Zeiten und Geschwindigkeiten nach seinen bereits gefundenen Formeln zu berechnen suchte, so fand er, daß in der Gleichung:

$$v = G \sqrt{\frac{(a+s)s}{a+2s}}$$

das G und a mit der Länge und dem Durchmesser der Röhrenleitung variire. So findet er z. B. folgende zusammengehörige Werthe

für die Röhre No. 1.

| | | | |
|-------|--------------|-------------|----------|
| Länge | $33''\ 6'''$ | $G = 825,5$ | $a = 59$ |
| 27. | I | = 827,6 | = 54 |
| 21. | I | = 858,3 | = 49 |
| 15. | I | = 867,0 | = 44 |
| 9. | I | = 877,9 | = 36 |
| 6. | I | = 896,6 | = 33 |
| 3. | I | = 892,3 | = 29 |
| 2. | | = 903,6 | = 28 |

für die Röhre No. 2.

| | | | |
|-------|--------------|-----------|----------|
| Länge | $27''\ 1'''$ | $G = 798$ | $a = 61$ |
| 21. | I | = 822,3 | = 56 |
| 15. | I | = 847,5 | = 48 |
| 9. | I | = 865,6 | = 40 |
| 6. | I | = 891,5 | = 36 |
| 3. | I | = 919,7 | = 31 |
| 2. | | = 925,8 | = 29 |
| 1. | 6 | = 927 | = 28 |

Nun versucht Hr. Koch aus den gewonnenen Resultaten für G und a und Länge und Durchmesser der Röhrenleitung Gleichungen aufzufinden. Für den Coefficienten a gibt es folgende Formel;

$$a = \sqrt{355,88 \frac{l}{d} + 606,06}$$

für G zwei Formeln, von denen wir nur die zweite mittheilen wollen

$$G = 930 \cdot e^{(l - \frac{4d}{3})}$$

l und d bezeichnen Länge und Durchmesser der Röhre, jene in Zollen, diese in Linien ausgedrückt; e selbst ist aber eine mit dem Durchmesser der Röhre veränderliche Grösse, für die Hr. Koch folgende zusammengehörige Werthe mittheilt:

| d | e | d | e |
|------------|-----------------|----------|-----------------|
| $0,11''00$ | $\dots 0,00000$ | $6,00$ | $\dots 0,99860$ |
| $3,1$ | $\dots 0,99399$ | ∞ | $\dots 1,00000$ |
| $4,19$ | $\dots 0,99714$ | | |

Wir müssen es hier dahin gestellt seyn lassen, ob es Hrn. Koch durch seine ziemlich weitläufig zu berechnenden Formeln besser gegückt sey, als uns, die Geschwindigkeit der durch Röhrenleitung von gegebener Länge und Durchmesser strömenden Luft, unter bestimmter Druckhöhe aufzufinden. Uebrigens gelten gegen diese Formeln alle die Einwendungen, welche wir bereits oben gegen die Grundformel gemacht haben, aus welcher sie abgeleitet sind.

Unserer Ueberzeugung nach find weder Hrn. Kochs, noch unsere früher über diesen Gegenstand angestellten Versuche hinreichend, um ein allgemeines Gesetz über den Widerstand der Röhrenleitung zu begründen. Die Versuche müssen mehr verändert und besonders mit längeren Röhrenleitungen wiederholt werden. Der Widerstand der Röhrenleitung ist wohl nicht bloß Funktion von der Länge und dem Durchmesser der Röhre, sondern auch von der Geschwindigkeit und Dichte, mit der das Gas in die Röhre eintritt, also von der Druckhöhe oder Spannkraft des verdichteten Gases. Hiervon kann man sich durch folgende Betrachtung überzeugen.

Man denke sich eine sehr lange Röhre mit einem Gefäß voll stark verdichteter Luft verbunden, beide aber durch einen Hahn oder Ventil oben verschlossen, welches wie bei einer Windbüchse nur auf einen Augenblick geöffnet werde. Die Luft tritt mit einer bestimmten Geschwindigkeit in die Röhre, wird aber fortfahren, vermöge ihrer Spannkraft sich auszudehnen und mit einer abnehmend beschleunigenden Kraft auf sich selbst zu wirken. Nun kommt es nicht bloß auf die Länge und den Durchmesser der Röhre, son-

dern auch auf die ursprüngliche Dichte und Spannkraft der eingesperrten Luft an, wie lange jene beschleunigende Kraft in der Röhre dauren könne.

Wir dürfen nicht vergessen, zu erwähnen, daß Hrn. Koch's Versuche ein besonders für Blaswerke praktisch richtiges Resultat geliefert haben, nämlich folgendes: wenn man zwischen ein konisches oder cylindrisches Mundstück und das Condensationsgefäß ein cylindrisches Mittelstück bringt, dessen Durchmesser wenigstens dem weiteren Durchmesser des konischen Mundstückes gleichkommt und dessen Länge den Durchmesser nicht mehr als 120 Mal übertrifft, so wird dadurch die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases nur unbedeutend (im Verhältniß 1084 : 1040) vermindert.

Hr. Koch hat uns endlich noch einige sehr interessante Beobachtungen über den Seitendruck der durch konische Oeffnungen strömenden verdichteten Luft geliefert. In dieser Absicht brachte er in der Mitte des mit No. 4. bezeichneten konischen Mundstückes einen Condensationsmesser mit Quecksilber gefüllt an, und beobachtete während des Ausströmens den Stand derselben. Die beobachteten Quecksilberstände, in Höhen einer Wassersäule ausgedrückt = σ gaben mit der zugleich beobachteten eigentlichen Druckhöhe am Condensationsgefäß s verglichen, folgende zusammengehörige Werthe:

| s | σ | s | σ |
|---------------|------------|---------------|------------|
| 6,49684 . . . | 5,712 Fuß. | 2,06032 . . . | 1,790 Fuß. |
| 5,26 . . . | 4,625 | 1,35585 . . . | 1,196 |
| 4,11504 . . . | 3,600 | 0,72965 . . . | 0,637 |
| 3,07231 . . . | 2,698 | 0,28795 . . . | 0,248 |

Hr. Koch zeigt, daß, wenn man aus der Gleichung

$$t = \varphi (\alpha + \sigma) \sigma$$

σ berechnet, indem man $\alpha = 26,2$ und $\varphi = 64,1436$ setzt, die berechneten mit den beobachteten Werthen von σ gut übereinstimmen. Nun verbindet Hr. Koch die Gleichung

$$t = f (\alpha + s) s = \varphi (\alpha + \sigma) \sigma$$

und sucht daraus s , für welches sich ergiebt:

$$s = \sqrt{\left(\frac{\varphi^2}{f^2} (\alpha \sigma + \sigma^2) + \frac{1}{4} \alpha^2\right)} - \frac{1}{2} \alpha$$

wo denn: $\frac{\varphi^2}{f^2} = 1,22855$; $\alpha = 28$; $\alpha = 26,2$

geschrieben werden muß, um s aus den beobachteten σ zu berechnen. Allerdings wäre, wie der Hr. Verfasser bemerkt, es sehr wünschenswerth, daß mehrere Versuche über den Seitendruck der durch lange Röhren strömenden Gasarten angestellt würden, um daraus allgemeine Gesetze zu entwickeln. Wir sind überzeugt, daß es eine solche Länge der Röhre geben könne, daß am Ende aller Seitendruck verschwindet, obgleich das Gas noch mit einer bestimmten Geschwindigkeit zur Röhre hinauströmt. Es ist dies unserer oben geäußerten Ansicht gemäß, diejenige Länge der Röhre, worin endlich alle beschleunigende Kraft aufhört und das Gas zur Dichte der atmosphärischen Luft herab gekommen ist. Den Beschluß von Hrn. Koch's interellanter Schrift, machen mehrere nach seiner Formel berechneten Tafeln, in welchen für die gegebenen s oder σ die zugehörigen Geschwindigkeiten und Mengen der durch konische oder cylindrische Blasenröhren ausströmenden verdichteten Luft berechnet worden sind. Diese Tafeln sind besonders für den Techniker höchst schätzbar und liefern ihm gewiß recht brauchbare Resultate zur Bestimmung der Luftpengen die Gebläse geben, bei denen die Druckhöhen bis zu 8 Fuß ansteigen. So wie nun gewiß jeder Techniker es Hrn. Koch Dank wissen wird, sich einer so nützlichen und mühevollen Arbeit unterzogen zu haben, eben so sind wir ihm zum Dank verpflichtet, daß er unsere früheren Versuche seiner besondern Aufmerksamkeit gewürdigt und durch seine im Großen angestellten Erfahrungen bestätigt und für die Praxis bewährt hat.

III.

Ueber das gleichförmige Ausströmen der atmosphärischen Luft und des Steinkohlengases durch Röhrenleitungen;

von

Herrn P. S. GIRARD. *)

Mr. Faraday hat 1817 in dem Journ. of Science etc. eine Reihe von Versuchen über das Ausströmen verschiedener Gasarten durch Haarröhrchen von Glas bekannt gemacht, bei welchen er die verschiedenen Gase in einem kupfernen Reservoir bis zum vierfachen Druck der Atmosphäre verdichtet, sie darauf durch ein 508 Millimeter langes Thermometerrohr ausströmen lässt, und die Zeit bemerkt, in welcher der innere Druck bis auf $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre herabgesunken ist. So fand er z. B., dass wenn die Ausströmungszeit für die atmosphärische Luft 128 Sekunden betrug; für das Kohlensäuregas 156'', 5 und für das Kohlenwasser-

*) Nach d. Annal. de Ch. et Ph. XVI. 129. Dieser mit der vorhergehenden Abhandlung des Hrn. Prof. Schmidt in so naher Beziehung stehende Aufsatz, wird hier gewiss eine schickliche Stelle finden, da die Versuche in demselben in einem Maßstabe angestellt wurden, über den nicht leicht ein Jeder zu gebieten hat. Dass er einige Jahre alt ist, wird sein Interesse nicht verringern. Hrn. Faraday's Versuche glaube ich hier übergehen zu können, da, wie man sieht, sie nicht mit allen erforderlichen Angaben versehen waren. P.

stoffgas (Steinkohlengas) 100" erforderlich waren und daraus schliesst er, dass die Ausströmungszeiten der verschiedenen Gasarten mit deren Dichten wachsen. Auch kommt er sowohl durch diese Versuche als durch andere, in welchen er den Widerstand gemessen, den die Schaufeln eines kleinen Rades bei Bewegung in verschiedenen Gasarten erleiden, zu dem Schluss, dass die relativen Beweglichkeiten dieser Gasarten im umgekehrten Verhältnisse ihrer spezifischen Gewichte stehen; fügt aber hinzu, dass dieses Verhältniss nur dann bemerkbar ist, wenn die Gasarten mittelst eines sehr geringen Druckes durch enge Röhren getrieben werden.

In einer späteren Abhandlung (Journ. of Science III.) theilt er Versuche mit, die ihn zu den Schlussfahrungen, dass die spezifische Schwere des Gases keinen beständigen Einfluss auf die Erscheinungen des Strömens derselben durch Röhren haben; so dass unter demselben Druck 7 Kub. Zoll. Kohlenoxydgas in 4,6 Minuten ausfliessen, während ein gleiches Volumen vom ölbildenden Gase, dessen spez. Gewicht fast das nämliche ist, 3,3 Minuten, und ein gleiches Volumen Sauerstoffgas, 5,45 Minuten gebraucht.

Mit welcher Aufmerksamkeit man auch die Versuche prüfen möge, so ist es doch unmöglich aus ihnen irgend eine Folgerung hinsichtlich des Gesetzes des Ausströmens abzuleiten, weil Hr. Faraday weder die Weite noch die Länge der gebrauchten Röhren, noch den Druck angiebt, unter welchen er die Gase ausströmen liess. Dessen ungeachtet boten diese Versuche so merkwürdige Thatsachen dar, dass es wohl der Mühe werth war, sie mit Berücksichtigung aller übergange-

nen Umstände zu wiederholen, besonders hinsichtlich der Temperatur, welche auf das Ausströmen der Gase mehr oder weniger einen ähnlichen Einfluss haben kann, wie auf das Ausströmen tropfbarer Flüssigkeiten durch Haarröhrchen.

Neue Versuche über die Linearbewegung verschiedener Gase dienen endlich auch dazu, die gegenseitige Cohäsion ihrer Theilchen und die Kraft zu bestimmen, mit welcher diese Wesen zufolge ihrer verschiedenen Natur, den Röhren anhaften, in denen sie sich bewegen.

In Erwartung, dass die Untersuchungen der Physiker sich auf diesen interessanten Gegenstand lenken werden, glaubte ich eine Gelegenheit benutzen zu müssen, welche sich mir zu einigen Versuchen über den Ausfluss der atmosphärischen Luft und des Kohlenwasserstoffgases durch Röhren von ziemlichem Durchmesser und sehr beträchtlicher Länge darbot.

Nur durch solche Versuche kann man auf die Principien geführt werden, nach welchen das zur Erleuchtung einer Stadt bestimmte Gas am Vortheilhaftesten zu vertheilen ist; und eben dieses unmittelbaren Nutzens wegen, wird man allein schon veranlaßt sie zu unternehmen.

Der auf Befehl des Präfeten des Seine-Departements zur Erleuchtung des Saint-Louis Hospitals errichtete Steinkohlengas-Apparat, bot uns zu diesen Versuchen alle erwünschte Gelegenheit dar und ward mit vieler Zuvorkommenheit zu unserer Benutzung freigestellt. Hr. Cagniard - de - Latour eines der Mitglieder der mit der Direktion dieser Einrichtung beauftragten Commission und seit lange vortheil-

haft bekannt, durch seine der Akademie überreichten Arbeiten, fand sich bereit, diesen Versuchen mit beizuwohnen, und so haben wir sie gemeinschaftlich unternommen; die Resultate dieser seit den Maymonat angestellten Versuche sind es, von welchen ich hier Rechenschaft ablege.

Das Gas, welches in der Anstalt des Saint-Louis Hospitals aus der Steinkohle gezogen wird, geht nachdem es gewaschen ist, unter einen Gasometer, dessen Querschnitt 9,4968 Quadratmeter enthält und erleidet daselbst einen Druck, der den der Atmosphäre um die Höhe einer Wassersäule von 0,05383 übertrifft, wie es ein in den oberen Theil der Glocke eingelassenes Manometer anzeigt,

Vermöge dieses Druckes geht das Gas aus dem Reservoir durch eine horizontal und 70 Centimeter unterhalb des Bodens liegende Röhrenleitung, welche 3 Zoll oder 81 Millimeter im Durchmesser besitzt und in einer Länge von 625 Meter die Haupttheile des St. Louis Hospitals äußerlich umgibt.

Wenn man nach Ladung des Gasometers die Verbindung mit der Retorte abschließt und die andere mit dem Leitungsrohr öffnet, so beginnt augenblicklich das Ausströmen des Gases und zwar bleibt der Druck, unter welchem dieses fortfährt, nahe constant, weil mittelst einer abgesetzten Kette der Gewichtsverlust möglichst kompensirt wird, welchen der Gasometer in dem Masse erleidet, als er sich in das Wasser der Wanne senkt.

Der Gang des Gasometers wird während seines Fallens oder Steigens durch den Index einer graduir-

ten Skale gemessen, welche an einer der Mauren des Gebäudes verzeichnet ist.

Das Rohr, welches zur Vertheilung des Gases dient, kann an verschiedenen Stellen seiner Länge geöffnet werden, um dieses entweichen zu lassen; und dadurch war man im Stande mittelst der nämlichen Leitung, folgweise Röhren von gleichem Durchmesser aber verschiedener Länge darzustellen.

Nachdem der Apparat so eingerichtet und alle nötigen Anordnungen getroffen waren, wurden nach und nach die folgenden Versuche gemacht, deren Resultate hier kürzlich zusammengestellt sind.

| | | | |
|---|---|---|------------------|
| Diameter der Röhrenleitung (3 Zoll) | : | : | $0,0812\text{t}$ |
| Höhe der Wasserfülle im Manometer (15 Lin.) | | | $0,03383$ |
| Querschnitt des Gasometers | . | . | $9,4968$ |

| No. des Versuchs | Temperatur | Länge der Röhre | Senkung des Gasometers in einer Sekunde |
|------------------------|-----------------------|--------------------|--|
| 1 | 16° C. | $128,80$ | $0,1281$ |
| 2 | | $375,80$ | $0,07103$ |
| 3 | | $622,80$ | $0,05414$ |
| 4 | 16° | $128,80$ | $0,09023$ |
| 5 | | $375,80$ | $0,05414$ |
| 6 | | $622,80$ | $0,03947$ |

Diameter der Röhrenleitung : 0,0157
 Höhe der Wafferfläule im Manometer 0,03383
 Querschnitt des Gafometers 0,3631

| No. des Versuchs | Temperatur | Länge der Röhre | Senkung des Gafometers in einer Sekunde |
|------------------------|------------|--------------------|--|
| 7 | 15° C. | 36,91 | 0,09585 |
| 8 | | 55,91 | 0,08459 |
| 9 | | 88,06 | 0,06541 |
| 10 | | 111,24 | 0,05526 |
| 11 | 19° | 37,53 | 0,09474 |
| 12 | | 56,84 | 0,08121 |
| 13 | | 85,06 | 0,06767 |
| 14 | | 109,04 | 0,05414 |
| 15 | | 126,58 | 0,05075 |
| 16 | | 6,58 | 0,23800 |
| 17 | 19° | 37,53 | 0,12858 |
| 18 | | 56,84 | 0,10828 |
| 19 | | 85,06 | 0,09587 |
| 20 | | 109,04 | 0,07444 |
| 21 | | 126,58 | 0,06940 |

Diese Resultate sind meistentheils die mittleren aus mehreren Versuchsreihen. Die drei ersten Versuche sind mit *Steinkohlengase* angestellt, und man sieht aus ihnen, dass die Röhrenlängen sich wie 1288 : 3758 : 6228 verhielten; die ausgeströmten Gasquanta aber wie 1281 : 710 : 541. Bei übrigens gleichen Umständen verminderen sich letztere also in dem Maasse, als die Röhren länger werden, und dies kann offenbar nur dadurch veranlaßt seyn, dass das Gas bei seiner Bewegung einen auf die ganze Ausdehnung

der inneren Röhrenwand vertheilten Widerstand erleidet, ähnlich dem, welcher, wie bekannt, bei der Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten statt findet. Das Sinken des Gasometers geschehe übrigens gleichförmig, wovon man sich durch drei aufeinanderfolgende Versuche überzeugte.

Die Versuche 4, 5, 6 sind mit atmosphärischer Luft angestellt. Die Röhrenlängen stehen bei denselben in den früheren Verhältnissen 1288 : 5758 : 6228; hingegen verhalten sich die ausgeströmten Gasquanta wie 902 : 541 : 594, so dass sie zwar wie bei dem Steinkohlengase in einem umgekehrten Verhältnisse zur Länge der Röhren stehen, aber viel geringer sind als bei jenem. Man sieht überdiess, dass die ausgeströmten Quanta des Steinkohlengases und der Luft nicht im (umgekehrten, einfachen) Verhältniss zu den spezifischen Gewichten stehen.

Bezeichnet man nämlich das spezifische Gewicht der Luft mit 1000, so ist bekanntlich das des Steinkohlengases 555, ersteres also fast doppelt so groß wie letzteres. Die Produkte der Ausströmung stehen hingegen im Verhältniss 155 : 90 ; 71 : 57 und 54 : 57, also in einem viel geringerem.

Zu den übrigen Versuchen wurden Geweihläufe angewendet, aus denen die Schraubenmutter ausgebohrt war. Ihr Durchmesser betrug 7 Linien, und man hatte über eine so große Menge derselben zu gebieten, dass man aus ihnen eine Röhre von 127 Meter zusammensetzen konnte. Auch der hiebei angewandte Gasometer war viel kleiner, indem der Radius seiner Basis nur 34 Centimeter betrug. Seine Füllung ward

so regulirt, dass das in demselben befindliche Gas stets einen Druck erlitt, der dem der Atmosphäre um eine Wassersäule von 0, m 03383 überstieg.

Die Versuche 7 bis inclusive 16 sind mit atmosphärischer Luft angestellt, und sie zeigen, dass wenn die Röhrenlängen sich wie 6,58 : 37 : 56 : 88 : 111 : 127 verhalten, die ausgeströmten Luftmengen im Verhältniss 238 : 95 : 84 : 65 : 55 : 50 stehen.

Hierauf ward der Gasometer wieder mit Steinkohlengas gefüllt und mit diesem die Versuche 18, 19, 20, 21 gemacht. Das Verhältniss der Röhrenlängen ist 37 : 57 : 85 : 109 : 127 und das des ausgeströmten Gases 128 : 108 : 95 : 74 : 69, woraus man abermals sieht, dass das Ausströmen des Steinkohlen-gases auch bei Röhrenleitung von einem kleineren Durchmesser schneller vor sich geht, als das der atmosphärischen Luft, und dieses zwar in einem grösseren Verhältnisse, als dem, worin ihre spezifischen Gewichte stehen.

Zum Schluss dieser Versuche über den Einfluss der Röhrenlängen auf die ausströmenden Gasquanta, bohrten wir in der Decke des Gasometers, welche aus Kupferblech von ungefähr 2 Millimeter Dicke besteht, ein Loch von gleichem Durchmesser mit dem Lauf der Gewehre, aus welchen die frühere Leitung zusammengesetzt war; füllten den Gasometer abwechselnd mit Luft und Steinkohlengas und ließen beide mittels des Druckes einer Wassersäule von 0, m 03383 austreten.

So fand sich bei der atmosphärischen Luft, nachdem das Loch geöffnet und das Sinken des Gasometers gleichförmig geworden war, was in sehr kurzer Zeit

geschah, für letzteres $0,^m 5414$ in einer Sekunde. Bei der 127 Meter langen Röhre von gleichem Durchmesser mit dem Loch, betrug das Sinken in gleicher Zeit 50 Millimeter, d. h. ungefähr 11 mal weniger.

Als das Gasometer mit Steinkohlengas gefüllt war, sank es um $0,^m 7508$ in einer Minute, also ebenfalls beinahe 11 mal schneller, wie bei der 127 Meter langen Röhrenleitung, bei der das Sinken nur 69,4 Millimeter betrug.

Wir finden überdiess bei dem Ausströmen der Gase aus Oeffnungen in dünnen Platten abermals bestätigt, was unsere Versuche über das Ausströmen durch lange Röhrenleitungen schon gezeigt hatten, nämlich, daß das ausgeströmte Quantum des Steinkohlengases in einem viel gröfseren Verhältnisse zu dem der atmosphärischen Luft steht, als das der umgekehrten spezifischen Gewichte.

Nach dieser Darlegung unserer Versuche, wollen wir sie einer näheren Prüfung unterwerfen und die zu ihrer Erklärung nöthige Theorie aufsuchen.

Es ist zuvor klar, daß weil die Mengen der ausgeströmten Luft sich mit der Länge der Röhrenleitung vermindern, diese Verminderung von dem Widerstand herrührt, den das Gas bei seiner Bewegung gegen die innere Wand dieser Röhren erleidet, sey es nun, daß dieser Widerstand durch die Adhäsion des Gases an diese Wand, oder durch die Unebenheiten dieser letzteren erzeugt wird, oder endlich durch beide Ursachen zugleich.

Es ist zweitens klar, daß weil dieser Widerstand, welchen Ursprungs er auch seyn mag, sich auf die ganze

in Bewegung befindliche Masse ausdehnt, die concentrischen Schichten des Gases durch eine gewisse Kraft aneinander hangen, und daraus folgt, dass jede beliebige Schicht durch die, nach Seite der Wand hin, anstoßende Schicht in ihrer Bewegung gehemmt und durch die nach Seite der Röhrenaxe anliegende Schicht, in ihrer Bewegung beschleunigt wird.

Da man nun beweist, dass der Ausdruck dieser gegenseitigen Adhärenz der flüssigen Schichten aus der Summe der retardirenden Kräfte, durch welche diese Schichten animirt sind, verschwindet, und dass in dem End-Ausdruck nur derjenige Widerstand stehen bleibt, der an den Wänden der Röhre Statt findet, so folgt daraus, dass der letztere, an den Wänden Statt habende Widerstand, der einzige ist, welchen man zu bestimmen hat.

Es ist drittens klar, dass, da während des Ausströmens der Gase das Gasometer gleichförmig niedersank, die Gase auch mit gleichförmiger Bewegung ausströmten und sie die Röhren unabhängig von der grösseren oder geringeren Elastizität, mit welcher sie begabt waren, durchflossen.

Diese Erscheinungen bei Bewegung der Gase sind nun genau dieselben, welche bei der Linearbewegung unelastischer (tropfbarer) Flüssigkeiten Statt finden, und dadurch wird der Schluss erlaubt, dass auch dieselben Formeln zur Berechnung der Bewegung der einen oder der andern anwendbar sind.

Es ist noch zu bemerken, dass wenn die Bewegung unelastischer Flüssigkeiten in horizontalen oder verschiedentlich geneigten Röhrenleitungen, aufhört linear zu bleiben, sobald diese Leitungen einen ge-

wissen Durchmesser erreichen, dies nur dadurch entsteht, dass die oberen Schichten der in Bewegung befindlichen flüssigen Masse durch ihr Gewicht den Druck vermehren, welchen die unteren erleiden, und dies den Werth ihrer accelerirenden Kraft verändert, welche man in der Formel für die Linearbewegung angenommen hat. Wenn aber das spezifische Gewicht irgend eines, in einer Röhre von endlichem Durchmesser, in Bewegung befindlichen Gases klein genug ist, damit die unteren Schichten dieses Gases, von Seiten der oberen Schichten nur einen unmerklichen Druck erleiden, so bleiben beide von der nämlichen accelerirenden Kraft angetrieben und die Formeln der Linearbewegung, welche aufhören anwendbar zu seyn, wenn tropfbare Flüssigkeiten sich in Röhren von beträchtlicher Weite bewegen, finden eine strenge Anwendbarkeit bei Gasen von einem geringen spezifischen Gewichte, wie gross auch übrigens der Durchmesser der Röhren seyn mag, in welchen sie sich bewegen.

Dieses angenommen, haben wir nun die accelerirenden und retardirenden Kräfte aufzufinden, deren Momente sich gegenseitig lieben, wenn das Ausströmen der Gase gleichförmig geworden ist.

Der Druck, welchen das Gas bei seinem Eintritt in die Röhrenleitung erleidet, ist gleich dem der Atmosphäre, vermehrt um den einer Wassersäule, welche im Manometer gehalten wird. Der Druck, welchen das Gas beim Austreten aus der Röhre erleidet, ist hingegen nur dem der Atmosphäre gleich.

Die Differenz der beiden Drucke, d. h. das Gewicht der im Manometer gehaltenen Wassersäule ist

also offenbar die einzige accelerirende Kraft, welche die Bewegung des Gases erzeugt.

Verwandelt man nun diese Wassersäule in eine Säule einer unelastischen Flüssigkeit von gleichem Gewicht, und einem dem in Bewegung befindlichen Gase gleichem spezifischen Gewicht, so ist es klar, dass man hiedurch, ohne den auf das Gas ausgeübten Druck verändert zu haben, das System auf den Fall zurück führt, wo das in der Röhre sich bewegende Fluidum, die vertikale Belastung einer gewissen Höhe des nämlichen Fluidums erleidet, und dies ist genau der Fall, den die Formeln für die Linearbewegung unelastischer Flüssigkeiten ausdrücken.

Nennt man also h die Höhe des Wassers, p sein spezifisches Gewicht, p' das des luftförmigen Stoffes, welches sich in der Röhre bewegt, so hat man für die Höhe der flüssigen Säule von gleicher Dichte mit dem Gase, und gleichem Gewicht mit der Wassersäule des Manometers, den Ausdruck:

$$\frac{hp}{p'}$$

Nennt man g die Schwere und l die Länge der Röhre, so ist die accelerirende Kraft, welche das Gas in der Röhre antreibt, wie bekannt:

$$\frac{ghp}{p'l}$$

Endlich, wenn D den Durchmesser der Röhre und π das Verhältniss des Kreisumfangs zum Diameter bezeichnet, das Moment der accelerirenden Kraft des in der Röhre befindlichen Gases:

$$\frac{ghp}{p'l} \times \frac{\pi D^2 l}{4}$$

Was das Moment der retardirenden Kraft betrifft,

so ist, wie man weiß, $\pi Dl(au + bu^2)$ sein allgemeiner Ausdruck, in welchem u die gleichförmige Bewegung des Fluidums und a und b zwei durch Versuche zu bestimmende constante Größen bezeichnen.

So hat man also:

$$\frac{gDp}{4p'l} = au + bu^2$$

eine Gleichung, aus welcher man mittelst unserer Beobachtungen, die Werthe von a und b abzuleiten hat. Die Größe a bezeichnet die Adhäsion des Gases an der inneren Wand der Röhre oder, wenn diese Wand fähig ist, von dem Gase benetzt zu werden, die Adhäsion der Gaschichten unter sich; b hingegen ist eine numerische Größe, welche von der Anzahl und Anordnung der Unebenheiten abhängt, mit denen die innere Wand der Röhre bedeckt ist.

Wenn man diese Formel auf die in der Zusammenstellung aufgeführten Versuchsresultate anwendet, so findet man für die Coefficienten a und b sehr von einander abweichende Werte, sowohl wenn man die über das Ausströmen des Steinkohlengases angestellten Versuche, unter sich combinirt, als auch, wenn man die mit der atmosphärischen Luft zusammen fasst, und daraus folgt, daß die allgemeine Formel

$$\frac{gDhp}{4p'l} = au + bu^2$$

die Erscheinungen des gleichförmigen Ausfließens der Gase nicht darstellen kann.

Wennet man aber auf dieselben Beobachtungen die einfachere Formel:

$$\frac{gDhp}{4p'l} = bu^2$$

an, in welcher das Moment der retardirenden Kraft durch ein einziges, dem Quadrate der Geschwindigkeit proportionales Glied ausgedrückt wird, so leitet man aus den mit Steinkohlengas angestellten Versuchen No. 1, 2, 5 für b drei VVerthe ab, die nicht merklich von einander unterschieden sind und im Mittel = 0,00228 geben; aus den Versuchen No. 3, 4, 5, welche mit atmosphärischer Luft in denselben Röhren angestellt wurden, ergeben sich für b drei fast identische VVerthe, deren Mittel = 0,002247.

Dieselbe Formel auf die Versuche angewandt, welche mit den aneinander gefügten Gewehrläufen über das Ausströmen angestellt wurden, gaben beim Steinkohlengase im Mittel für b = 0,00326; und bei der atmosphärischen Luft den Mittelwerth b = 0,00323.

Mithin finden wir zwischen den Coëfficienten der zweiten Potenz der Geschwindigkeit des Steinkohlengases und der atmosphärischen Luft, wenn sich beide gleichförmig in Röhren von 0,016 Durchmesser bewegen, die Identität, welche wir schon bei Bewegung dieser Gasarten in Röhren von 0,081 Durchmesser bemerkten haben; jedoch mit dem merkwürdigen Umstand, dass die Coëfficienten, welche für die nämlichen Röhren die nämlichen sind, verschiedene VVerthe für verschiedene Röhren erhalten.

So ist z. B. der Coëfficient b für die grosse Röhrenleitung nahe gleich = 0,00223, während er für die kleinere, durch die Zahl = 0,00325 dargestellt wird.

Diese Differenz röhrt, wie leicht zu ersehen ist, von mehreren Ursachen her. Die erste liegt in dem mehr oder weniger vollkommenen Grad der Politur

der innern Fläche der Röhre, durch welche das Ausfliessen geschah.

Nun war die grosse gusseiserne Leitung, welche das St. Louis Hospital umgibt, schon seit zwei Jahren eingerichtet und täglich zur Fortleitung des Gases gebraucht; sie war innerlich mit einem harzigen Ueberzug bedeckt, welche alle kleinen Vertiefungen der Oberfläche und die Unebenheiten der Verbindungsstellen ausfüllte. Die Gase bewegten sich also auf einer Fläche von ziemlich hohem Grade von Politur und erlitten möglicher Weise auf derselben gar keine Adhärenz,

Dieselb. fand nicht bei der kleineren Leitung statt. Die Gewehrläufe, aus welchen sie zusammengesetzt ward, hatte man noch nicht zur Vertheilung des Gases benutzt und waren deshalb mit einer Schicht von Eisenoxyd bedeckt, die eine mehr oder weniger rauhe Oberfläche darbot, an welcher die Gase mehr oder minder stark adhären mussten. Ueberdieselb. ließen die Enden der Läufe, denen man die Schraubenmutter ausgebohrt hatte, um sie an einander fügen zu können, nach ihrer Verbindung, einen kleinen Theil der Schräubengänge bloß, und dadurch ward an den Vereinigungen eine ringförmige Schwelle gebildet, gegen welche das Gas eine Reibung ausüben musste; dieser Widerstand vermehrte sich mit der Zahl der Gewehrläufe, aus welchen die Leitung zusammengesetzt ward; der aus den Versuchen mit der kleineren Röhrenleitung abgeleitete Werth von b musste also nothwendig vergrössert erscheinen.

Die erste Ursache der Differenz dieses Wertes mit dem, welcher sich aus den Versuchen mit der

Leitung von grösserem Durchmesser ergab, konnte leicht aus der einfachen Ansicht der angewandten Apparate begriffen werden; aber eine zweite Ursache dieser Ungleichheit, obgleich von viel grösserem Erfolg, erfordert mehr Aufmerksamkeit, weil sie aus der Theorie dieser Gattung von Linearbewegung selbst geschöpft werden muss.

Um nämlich aus der allgemeinen Formel für die Bewegung:

$$\frac{gDhp}{4lp \cdot uu} = b$$

den Werth von b abzuleiten, haben wir die mittlere Geschwindigkeit der Ausströmung genommen; es ist aber nicht diese mittlere Geschwindigkeit, deren Quadrat mit den Coefficienten von b multiplizirt werden muss, sondern vielmehr jene Geschwindigkeit, welche unmittelbar an der innern Wand der Röhre selbst statt findet. Da nun die Geschwindigkeit der mit der Röhre in Berührung stehenden Schicht nothwendig geringer seyn muss, als die mittlere der ganzen Masse, so folgt daraus, was wir auch schon anderswo gezeigt haben, dass allemal, wenn die Röhre nicht sehr enge ist, der aus der mittleren Geschwindigkeit abgeleitete Werth von b nothwendig zu schwach seyn muss.

Man sieht überdies, dass, jemehr sich der Diameter der Röhrenleitung vermindert, desto geringer auch der Unterschied seyn wird, zwischen der mittleren Geschwindigkeit aller concentrischen Schichten und der Geschwindigkeit der unmittelbar mit der Röhre im Contacte befindlichen Schicht.

Nimmt man dieses an, so ist klar, dass für eine Leitung von einer gegebenen Substanz und von einem gewissen Grade von gleichförmiger Politur derselbe Druck auf den Anfang der Leitung, d. h. dieselbe accelerirende Kraft, der mit der Röhrenwand in Berührung stehenden Schicht, siets die nämliche Geschwindigkeit ertheilen muss, wie gross auch übrigens der Durchmesser dieser Leitung seyn mag, weil diese Gaschicht, welche als Hülle der übrigen dient, Kräften unterworfen ist, die von dem Durchmesser nicht abhängen.

Nach welchem Gesetze nun ferner auch die Geschwindigkeit der concentrischen Schichten von der Röhrenwand zum Mittelpunkt hin anwachsen mag, so kann man dennoch immer die mittlere Geschwindigkeit der ganzen, in Bewegung befindlichen Masse, gleich betrachten der Seitengeschwindigkeit, vermehrt um eine gewisse Grösse, die Funktion des Röhrendurchmessers ist und die, weil sie sich mit diesem vermehrt, im Allgemeinen durch eine Reihe ausgedrückt werden kann, aus Gliedern zusammengesetzt, die den folgweisen Potenzen dieses Diameters proportional sind. Nennt man nun v diese constante Seitengeschwindigkeit, welche unter denselben Druck auf einer Fläche von gegebener Natur statt findet und u die mittlere Geschwindigkeit, so hat man siets

$$u = v + mD + nD^2 + oD^3 + pD^4 + \dots$$

und folglich geht unsere allgemeine Formel in die nachstehende über:

$$\frac{gDhp}{4\pi(v + mD + nD^2 + oD^3 + \dots)^2} = b$$

welche zeigt, dass der aus den Versuchen nach der

beobachteten mittleren Geschwindigkeit berechnete Coëfficient um so geringer ausfällt, als der Diameter der Röhre grösser ist; wie denn auch wir für denselben 0,00223 fanden, bei Röhren von 0,0081 Durchmesser und 0,00323 bei Röhren von 0,016 Durchmesser.

Die Resultate der so eben dargelegten Versuche sind demnach folgende:

- 1) Das Steinkohlengas und die atmosphärische Luft, auf denselben Zustand der Compression gebracht, bewegen sich nach denselben Gesetzen, und erleiden in denselben Röhren genau denselben Widerstand und dieses unabhängig von ihrem spezifischen Gewichte,
- 2) Der Widerstand, welchen die gasförmigen Flüssigkeiten bei ihrer Bewegung in Röhrenleitung erfahren, ist genau proportional den Quadraten ihrer mittleren Geschwindigkeiten.
- 3) Zufolge dieses Gesetzes und das der linearen Bewegung, stehen die Quanta der aus einer Leitung von gegebener gleichförmiger Weite ausströmenden Luft, stets im geraden Verhältnisse zu dem im Reservoir angezeigten Druck, welcher das Ausströmen unterhält, und im umgekehrten Verhältnisse zu den Quadratwurzeln der Länge der Röhren, in welchen das Ausströmen vor sich geht.

IV.

*Ueber eine Vervollkommenung der Saussure'schen
Haarhygrometers;*

von

Hrn. BBINET, Prof. am Coll. royal de Saint Louis. *)

Um bei Metallstäben die geringen durch Wärme erzeugten Verlängerungen oder bei Drähten und Cylindern von kleinem Durchmesser die Dicke zu messen, hat man sich ehedem des ungleicharmigen Hebels bedient, bei welchem die Ortsveränderungen des einen Endes eine sehr grosse Bewegung in dem andern Ende erzeugen musste; man hat aber späterhin bemerkt, dass diese Vorrichtung zu Irrthümern Anlass giebt, und ist deshalb darauf zurück gekommen, kleine Verlängerungen unmittelbar mit dem Nonius und der Mikrometerschraube zu messen. **)

Eine ähnliche Verbesserung hat Hr. Babinet am Saussure'schen Hygrometer angebracht. Bekanntlich werden an diesem bei der gewöhnlichen Einrichtung die Verlängerungen des Haares durch eine Nadel an-

*) Nach dem in den Annal. d. Ch. et Ph. T. XXVI. p. 367 enthaltenen Berichte des Hrn. Fresnel.

**) Obgleich man zu andern Zwecken, in dem Fühlhebel, noch immerfort eine sehr glückliche Anwendung des ersten Prinzipes macht, und dadurch eine fast unglaubliche Genauigkeit erreicht. P.

gezeigt, die an einer Rolle befestigt ist, um welche sich das Haar schlingt. Die beiden Arme des Hebeln stehen hier in dem Verhältnis des Radius der Rolle zur Länge der Nadel, und die Kraft, welche das Haar anspannt, ist ein an seinem unteren Ende befindliches Gewicht. Diese Vorrichtung hat jedoch den Nachtheil, dass durch kleine mögliche Veränderungen des Rotationsmittelpunktes (in sofern die Drehungsaxe nicht genau cylindrisch ist oder sie gegen die Rolle exzentrisch steht $P.$) und durch die Biegung des Haares, von welchem der um die Rolle gewickelte Theil nicht genau dieselbe Länge behält, wenn die Rolle sich dreht, Fehler entstehen können. (Eben so ist es nöthig, dass, wie bei der Neigungsnadel der Schwerpunkt der ganzen hebelartigen Verrichtung auf der mathematischen Achse des kleinen Cylinders liege, um welche sich jene dreht, damit das Gewicht mit unveränderter Kraft wirken könne. $P.$) Auch steht zu fürchten, dass die Reibungen dieses kleinen Mechanismus die Empfindlichkeit des Instrumentes verringern, so dass es nicht augenblicklich den geringen hygrometrischen Veränderungen des Haares folge, weshalb man auch oft genöthigt war, ihm durch kleine Erschütterungen zu Hülfe zu kommen.

Bei der von Hrn. Babinet gewählten Anordnung sind diese Unannehmlichkeiten völlig gehoben: das Gewicht hängt frei an dem Haare und man misst die Verlängerungen desselben unmittelbar mit einem Mikroskope, welches man auf das in dem Gewichte eingegrabene Merkzeichen stellt. Das Haar ist mit seinem oberen Ende an einem Metallstück befestigt, welches durch eine Mikrometerschraube gehoben und

gesenkt werden kann, bis das Merkzeichen auf dem Gewichte genau mit dem Faden des Mikroskopes zusammen fällt; alsdann befindet sich das untere Ende des Haares wiederum genau in seiner ursprünglichen Lage, und seine Verlängerung oder Verkürzung ist durch die Grösse gegeben, um welche man sein oberes Ende heben oder senken musste; eine Grösse, welche die Mikrometerschraube mindestens auf ein Hunderttheil eines Millimeters (d. i. fast auf 0,004 par. Linien) misst. Wenn demnach die totale Verlängerung des Haares 5 bis 6 Millimeter (2,2 par. Linien) beträgt, wie in dem Hygrometer des Hrn. Babinet, worin das Haar eine Länge von 0,25 Meter (9,“25) besitzt, so kann man noch bis auf $\frac{1}{3}$ der hygometrischen Skala messen, d. h. bis auf $\frac{1}{3}$ eines gewöhnlichen Grades.

Um die beiden festen Punkte zu bestimmen, verschliesst man den oberen vertikalen Theil des Instrumentes, welcher das Haar enthält, durch einen darüber geschobenen Glascylinder und bringt in das Gefäß, welches der hohle Fuß des Hygrometers einschliesst, abwechselnd Wasser und concentrirte Schwefelsäure. Für beide Fälle stellt man das Merkzeichen auf den Faden des Mikroskopes und zeichnet den Stand der Mikrometerschraube auf. Die Differenz oder die totale Grösse, um welche die Schraube fortgeschritten ist, giebt die Ausdehnung der hygometrischen Skale, welche man darauf in 100 Theile theilt, um die Länge eines einzelnen Grades zu haben.

Wenn das Hygrometer mit dem Glascylinder umgeben ist, so kann es auch an jeden passlichen Apparat angeschraubt werden, dessen Feuchtigkeit

im Innern man bestimmen will. Soll es aber wie gewöhnlich dazu dienen, die Veränderung der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft zu messen, so befreit man es im Gegentheil von seiner Hülle.

Hr. Babinet hat in demselben Instrumente 3 Haare nebeneinander aufgehängt, welche oben sämmtlich an dem durch die Mikrometerfchlrasche beweglichen Metallstück befestigt sind, aber, jedes für sich, durch besondere Gewichte angespannt werden. Dadurch hat man im Grunde 3 Hygrometer, die sich wechselseitig controliren. Ihre Angaben zeigen unter sich nur Differenzen von einem halben Grad; eine Ueber-einstimmung, die weit grösser ist, als bei den gewöhnlichen Hygometern.

Man kann in diesem Apparate jede hygroskopische Substanz in Fäden oder dünnen Stäbchen anwenden, gleichviel, ob biegsam oder nicht und mittels desselben sehr bequem die Ausdehnungen messen, welche sie durch die Feuchtigkeit erleiden. Hr. Babinet hat zur Zeit nur den Coconfaden untersucht, dessen Verlängerungen zwar ungefähr nur halb so viel betragen, als die des Haares, aber dafür den Vorzug haben, dass sie sich bei den verschiedenen Graden der Sättigung diesen fast proportional verhalten; auch erleidet der Coconfaden viel rascher den Einfluss des Hygrometrischen Zustandes der Luft und wird weniger durch die Änderungen der Temperatur ergriffen.

Die nachstehende Zeichnung *) wird die nähere Einrichtung des Instrumentes verständlichen. Der

*) entlehnt nebst der Beschreibung aus dem Journ. de Pharm. Avr. 1824.

hohle Fuß, welcher zur Aufnahme des Gefäßes bestimmt ist, trägt den messingenen Cylinder *a*, in welchem grosse weite Oeffnungen eingeschritten sind, damit die Luft zu den in demselben aufgehängten Haaren *c* freien Zutritt hat. Letztere sind durch ein Metallstück mit der Mikrometerschraube *d* verbunden, und tragen an ihrem untern Ende die Gewichte, deren Vifirlinie man bei der Beobachtung genau hinter den Faden des Mikroskopes *e* bringt. Soll zur Bestimmung der festen Punkte des Instrumentes die Luft abgehalten werden, so schiebt man über den Messingcylinder die weite Glasröhre (*b*), welche an zwei hervorspringende Ringe genau anschliesst und mit ein wenig Wachs völlig luftdicht darauf befestigt wird. Die Verlängerungen oder Verkürzungen des Haares werden mittels der Mikrometerschraube durch die kleine Skale (*f*) gemessen, welche dem eingetheilten Kopf der Schraube zur Seite steht und dadurch außer den ganzen Umdrehungen der Schraube auch die Theile derselben in Längenwerthe bestimmt. Hat man für die festen Punkte die Stellungen der Schraube bemerkt, so lassen sich mittelst einer kleinen für jedes Instrument besonders zu verfertigenden Tafel die einzelnen Grade leicht bestimmen *). Bei Hrn. Babinet's Instrument

*) Bei der Genauigkeit, deren das Babinet'sche Hygrometer fähig ist, wäre es auch nicht überflüssig, zugleich in dieser Tafel Rücksicht zu nehmen, auf die Ausdehnung des Metalles, vom Faden des Mikroskopes an bis zur oberen Befestigung des Haares. Wenn bei Hrn. B. die ganze Länge des Haares $o,^{m}25$ beträgt und jedem Grad des Hygrometers $o,^{mm}05$ entspricht, so würde eine Änderung von 2° C. in der Tempe-

ist jede ganze Umdrehung der Schraube einem halben Millimeter gleich und da der Kopf derselben noch in 50 Theile getheilt ist, so lässt sich noch ein Hunderttheil eines Millimeters messen, also noch $\frac{1}{2}$ Hygrometergrad.

Endlich ist noch zu bemerken, dass jedes Haar durch das Loch einer kleinen horizontalen Platte geleitet ist, damit, weil 3 neben einander hangen, sie sich nicht verwickeln und dass beim Transport des Instrumentes die kleinen parallelepipedischen Gewichte (wie es der Figur nach scheint) mittelst zweier horizontaler Messingstäbchen fest gezwängt werden.

ratur, schon $\frac{1}{2}$ Hygrometergrad gleichkommen. Dadurch wäre freilich nicht der Einfluss der Temperatur auf das Haar selbst aufgehoben, sondern nur die Veränderung seiner Länge genau gemessen. P.

V.

*Beschreibung des von Hrn. Adelmann verbesserten
Goniometers;*
vom
Grafen de BOURNON *).

Das erste Goniometer war das, was Carangeot unter der Anleitung von Romé de Lille, dem Vater der jetzigen Krystallographie, verfertigte. Dieses Instrument, das einzige, von dem Hauy Gebrauch machte, ward späterhin von Hrn. Gillet de Lamont in sofern verbessert, daß er für den Halbkreis einen grösseren Maßstab wählte und dadurch also auch die Abtheilungen desselben deutlicher machte; im Uebrigen theilte es aber mit dem Original-Instrument ganz dieselben Unvollkommenheiten. Eine dieser letzteren entspringt aus der Schwierigkeit, die Schenkel des Instrumentes genau senkrecht auf die Kante zu

*) Aus den *Annals of Philosoph.* Sept. 1824. p. 212. Wenn gleich es nicht zu bezweifeln steht, daß die Krystalle, denen der zur Reflexion erforderliche Glanz der Flächen abgeht, auch keine scharfe bis auf Sekunden reichende Messungen ihrer Winkel zulassen, so wird man dennoch diesem Instrumente, den Vorzug, eine grössere Approximation als das Hauy'sche zu geben, nicht absprechen können. Ob aber nicht in Fällen, wo die Krystalle nur glanzlose Flächen darbieten, das Instrument des Hrn. Prof. Baumgärtner (*Annal. d. Phyz.* Bd. 71. 1.) vorzuziehen wäre, verdiente gewiß eine Prüfung. P.

stellen, welche die beiden Krystallflächen verbindet, deren Neigung gegeneinander man messen will, und eine zweite liegt in der Schwierigkeit, den Krystall so anzubringen, dass die ganze Ebene der Schenkel und nicht bloß ihre Kanten, die Krystallflächen genau in jedem Punkte berühren; eine Bedingung, ohne welche es unmöglich ist eine genaue Messung zu erhalten.

Das Reflexions - Goniometer, welches wir Dr. Wollaston verdanken, dem die Wissenschaften so manche Verbindlichkeiten schuldig sind, stellt ein viel vollkommneres Instrument dar; aber es setzt in dem zu messenden Krystall Bedingungen voraus, welche bei diesem nicht leicht immer angetroffen werden; wie z. B. vollkommen ebene Flächen, die frei von Streifen sind, und einen hinreichenden Glanz besitzen um das Licht so zurückzuwerfen, dass man ein deutliches Bild von der Visirlinie erhält. Versuchen wir mit diesem Instrumente Krystalle zu messen, deren Flächen, wenn gleich nur im geringen Grade gestreift sind, wie das unglücklicherweise nur zu häufig der Fall ist, oder welche nicht vollkommen eben sind, so kann man versichert seyn, mehr oder weniger ungenauere Resultate zu erhalten — ein Umstand, der, wie mir es scheint, schon oft eingetreten ist.

Ich räume indefs ein, dass sobald dies Instrument nur dazu gebraucht werden kann, die primitive Figur festzusetzen, welche als Typus aller übrigen, die der beobachtete Krystall darbieten kann, der Berechnung der sekundären Flächen zur Grundlage dient, alsdann ein einziger Krystall, welcher die erforderlichen Bedingungen erfüllt, hinreichend seyn würde. Da aber bei einer grossen Anzahl von Substanzen, vor-

züglich bei solchen, die keine vollkommne und leichte Spaltung zulassen, einige sekundäre Flächen nöthig sind um die Dimensionen zu bestimmen, so ist solch ein Krystall noch erst aufzufinden.

Hr. Adelmann's Goniometer besitzt nicht die Unvollkommenheiten der erwähnten Instrumente, und überdiess noch Vorzüge, welche diesen fehlen, so dass ich glaube der Wissenschaft einen Dienst zu erweisen, wenn ich seine Einrichtung und Gebrauchsart beschreibe.

Das Instrument besteht aus einem kleinen Mahagoni - Kästchen (1) (Fig. 2), das 11 Zoll lang, 6 breit und 3 Zoll hoch ist und eine Schiebleide (2) enthält. Das Obere des Kästchens (3) ist mit einer Platte von Messing bedeckt, welche mindestens 2 Linien dick ist, um das Ziehen derselben zu verhindern, und die Basis des Instrumentes hinreichend zu beschweren. Die übrigen Theile des Instrumentes sind von Messing gemacht. Zwei Säulen (4), neun Linien im Durchmesser und mindestens $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch, sind in einem gegenseitigen Abstande von 3 Zoll, auf der Messingplatte befestigt und an ihrem oberen Ende durch eine Platte (5) mit einander verbunden. An den Kopf einer jeden Säule ist eine Büchse (6) befestigt, in welcher ein stählernes Lineal (7), sieben Linien breit und eine Linie dick, sich horizontal bewegt. Das Lineal ist auf die Kante gestellt, damit seine Bewegung desto sanfter und regelmässiger vor sich gelit, auch besitzt für denselben Zweck jede Büchse im Boden eine Rolle, auf welcher das Lineal fortgleitet. Ein Halbkreis (8), dessen breiterer Theil (9) sieben Linien misst, ist mittelst seines Durchmessers, der $6\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, an dem

Lineal befestigt, steht jedoch mit diesem nicht in Be-
rührung, sondern ist von ihm durch einen Zwischen-
raum von ungefähr 3 Linien getrennt. Dieser Zwi-
schenraum ist nöthig um auf der andern Seite des
Halbkreises, an seine Axe (10) den beweglichen Ra-
dius (11) anzubringen, der am oberen Ende, den No-
nius (12) trägt. An diesem ersten und befestigten
Halbkreis, ist ein zweiter angebracht, der in Grade,
Minuten und halbe Minuten getheilt ist, welche we-
gen ihrer Gröſſe vollkommen deutlich sind. Der
zweite Halbkreis (13) ist mittelst seines Radius, an
dem Mittelpunkt des ersten befestigt und um letzte-
ren drehbar; jedoch geschieht seine Bewegung um
den festen Halbkreis völlig sanft ohne allen Ruck.
Der Radius des beweglichen Halbkreises wird jenseits
des Mittelpunktes, durch einen an demselben befe-
stigten stählernen Arm (15) fortgesetzt, welchen man
den Messradius (the measuring radius) nennen kann.
Der Theil (16) des festen Halbkreises ist nöthig, um
den beweglichen Nonius fähig zu machen um den be-
weglichen Halbkreis geführt werden zu können. Eine
hinter dem Nonius angebrachte Schraube (17) dient
zur beliebigen Befestigung des Nonius, und mittelst
des Knopfes (18) wird der graduirte Halbkreis her-
umgeführt.

Noch sind dem Instrument zwei abgesonderte
Theile hinzugefügt. Der eine von diesen ist ein Trä-
ger (19) mit einem Charnier, welcher zur Aufnahme
des zu messenden Krystalls bestimmt ist; dieser Träger
gleitet in einer Fuge (22), um den Messradius näher
oder entfernt zu stellen oder auch gänzlich fortzu-
ziehen.

Der andre stellt eine Diopter dar, durch welche man sich vergewissern kann, ob nach Befestigung des Krystalles auf seinem Träger, die Kante der beiden Flächen, deren Neigung man messen will, eine vollkommen horizontale Lage besitzt.

Um das Goniometer zu gebrauchen, bringt man den Krystall auf den Träger, in die eben erwähnte Lage, schiebt den Träger so weit längs der Fuge, bis der Messradius über demselben liegt, und dreht darauf den beweglichen Halbkreis, nachdem der Nonius (12) vorläufig weggenommen, damit er dessen Bewegung nicht hindere. Der übrige Theil der Operation besteht darin, den Arm des Messradius so genau wie möglich an die Krystallfläche zu legen, der er gegenüber steht. Dies geschieht mittels des Lineals (7), an welchem der Halbkreis befestigt ist, und damit dies um so leichter und ohne Ruck vor sich geht, ist es nöthig beide Hände zu gebrauchen, an jedem Ende des Lineals eine *).

Wenn der Radius nicht genau an die Krystallflächen anschliesst, so muss man ihn sanft fortziehen um den beweglichen Halbkreis zu lieben oder zu senken, welches auf ähnliche Weise durch den Gebrauch bei-

*) Früher ward eine Stellschraube mit ihrer Lafette angewandt, um die Bewegung des Lineals zu berichtigen, wie es die Figur zeigt, aber es fand sich, dass diese unnöthig war, indem die Adjustirung eben so genau und viel schneller aus freier Hand geschieht, vorausgesetzt, dass sowohl das Lineal als die Rollen, auf welchen es forgleitet, recht genau gearbeitet sind.

der Hände geschieht, indem man mit der einen das Ende des Messradius und mit der andern den gegenüberstehenden Rand des beweglichen Halbkreises ergreift, und nun den Messradius so genau auf die Krystallflächen legt, dass bei Untersuchung mit einer Linse, kein Tageslicht zwischen beiden wahrgenommen werden kann. Wenn dies geschehen ist, so lässt man den beweglichen Nonius (12) so weit herab, bis er die Hemmung (23) auf den Nullpunkt des beweglichen Kreises geführt hat, und befestigt ihn daselbst mit der Schraube (17). Alsdann hat man nur den Träger fortzuziehen und den Messradius an die andere Seite des Krystalles anzulegen; wenn er daselbst angebracht ist, und man bei dieser Krystallfläche dieselbe Operation vollzieht wie bei der ersteren, so ist die Messung beendet. Der Werth des Neigungswinkels der beiden Flächen wird alsdann in Graden und Minuten von dem eingetheilten Halbkreis und seinem Nonius abgelesen.

Das Instrument ist in der Figur so dargestellt, als wäre die Operation an einer der Krystallflächen vollendet und der Nonius schon befestigt.

Dies Goniometer ist leicht zu gebrauchen; es hat den Vorzug, dass es befestigt ist und dass die Genauigkeit der Beobachtung nicht von der Geschicklichkeit des Beobachters abhängt; auch fordert es, bei den Flächen des zu messenden Krystalles nicht jenen vollkommenen Glanz, der oft so schwer zu finden ist.

Da der Messradius, nachdem er einmal an die Fläche des Krystalls gebracht ist, so lange in dieser

Stellung bleibt bis der Beobachter sie nach Gefallen verändert, so kann er, wenn seine Augen durch die Operation ermüdet sind, die Genauigkeit seiner Arbeit bei einer künftigen Gelegenheit prüfen, oder sie durch einen Gehülfen untersuchen lassen. Die nothwendigste Bedingung besteht darin, dass die Krystallflächen völlig eben sind, welche unglücklicherweise nicht immer so leicht erfüllt wird, als man wünschen möchte.

VI.

Ueber die Theorie, Einrichtung und Gebrauch des Pachometers,

eines Instrumentes zur Messung der Dicke belegter Spiegelgläser;

von

Herrn Benoit *).

Die Festigkeit, welche grosse Spiegelgläser haben müssen, damit sie den Beugungen, welche die Bilder verzerren würden, hinreichenden Widerstand leisten, setzt für die Dicke dieses kostlichen Industrieproduktes eine gewisse untere Grenze fest, so dass bei übrigens gleichen Umständen ein grosses Spiegelglas um so höher im Preise steht, je beträchtlicher seine Dicke ist. Wenn die Gläser unbelegt sind, so ist es leicht ihre Dimensionen zu messen; sind sie aber schon belegt, so lässt sich ihre Dicke nicht durch die gewöhnlichen Instrumente ausmitteln und ist überhaupt schwer zu schätzen.

In der Hoffnung diese Schwierigkeit zu beseitigen, habe ich das *Pachometer* erdacht, mittelst welches man augenblicklich und ohne Rechnung, die Dicke eines Spiegelglases für jeden seiner Punkte finden kann. Das Pachometer giebt folglich ein Mittel sich mit Schnelligkeit zu vergewissern, ob ein Spiegel-

*) Aus den Annal. de l'industr. nationale, Mai 1824. p. 145.

glas überall dieselbe Dicke hat, eine Prüfung, die schon bei unbelegten Gläsern ihre Unbequemlichkeiten hat und bei belegten Gläsern, durch die gewöhnlichen Mittel völlig unthunlich ist.

Bevor ich die Einrichtung und den Gebrauch des Pachometers kennen lehre, will ich zeigen, auf welchem theoretischen Grundsatz dieses Instrument beruht. Es sey *AB* (Fig. 2) der Durchschnitt der vorderen Spiegelfläche mit einer auf ihr senkrecht stehenden Ebene, gelegt durch den Gesichtsstrahl *EB*, welcher von dem Auge *E* des Beobachters ausgeht. *CD* sey der Durchschnitt derselben Ebene mit der hintern belegten Spiegelfläche, welche ich als parallel mit der vorderen annehme. Die Dicke des Glases wird durch die, beiden Flächen gemeinschaftliche Normale *FP* gemessen, und diese Linie ist es, deren Länge zu suchen ist. Nun wird der Gesichtsstrahl *EB* nach *BF* gebrochen und darauf in *F* nach Richtung von *FA* reflectirt, so dass das Bild des Punktes *A* worin der Gesichtsstrahl austritt nach Richtung *EB* gesehen wird. Ferner ist nach Hrn. Fresnel's Versuchen, das numerische Verhältnis des Sinus vom Einfallswinkel *EBG* = *i* zum Sin. des Berechnungswinkels *FBD* = *r*, wenn der Strahl aus Luft in Spiegelglas von St. Gobin tritt = 1,51, und deshalb hat man die Gleichung

$$\sin i = 1,51 \sin r \quad \dots \quad (1)$$

Da nun Winkel *AFP* = Winkel *PFB* = Winkel *FBD* = *r*, so hat man auch, wenn die Entfernung *AB* mit *l* und die Dicke *FP* des Glases mit *e* bezeichnet wird, die Gleichung

$$\frac{\sin r}{\cos r} = \frac{\frac{1}{2}l}{e} \quad . \quad , \quad , \quad (2)$$

und wenn man r zwischen beiden Gleichungen eliminiert, so kommt

$$\frac{e}{l} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(1,51 \frac{R}{\sin i} \right)^2 - 1} \quad . \quad . \quad (3)$$

eine Formel, welche dazu dient, für irgend einen Einfallswinkel i des Gesichtsstrahls, das Verhältniß zu berechnen, welches zwischen der Dicke e eines Spiegelglases von Saint Gobin und dem Abstande des Eintrittspunktes des Gesichtsstrahls von dem Punkte seines Austritts aus dem Glase, Statt findet. Setzt man z. B. $i = 80$ Graden (hunderttheiligen. $P.$), so ergiebt sich $\frac{e}{l} = \frac{1}{1,62178}$.

Aus der Gleichung (3) hat man auch:

$$\sin i = \frac{1,51}{\sqrt{4 + \frac{l^2}{e^2}}} R$$

eine Formel, mittels̄ welcher man bei gegebenem Abstande l und gegebener Dicke e , den für das Spiegelglas von Saint Gobin erforderlichen Einfallswinkel i des Gesichtsstrahles berechnen kann. Da nun der Winkel i stets kleiner als ein rechter ist, so muß das Verhältnis $\frac{l}{e}$ stets ein solches seyn, daß:

$$\frac{1,51 \frac{l}{e}}{\sqrt{4 + \frac{l^2}{e^2}}} < 1$$

Ich finde, daß diese Bedingung erfüllt wird, wenn

$$\frac{l}{s} < \frac{2}{\sqrt{(1,5)^2 - 1}} \text{ d. h. wenn man } \frac{l}{s} < 1,7677 \quad \dots \quad (5)$$

nimmt.

Nach dieser oberen Gränze sieht man, daß 1 der einzige ganze Werth ist, den man dem Verhältniss $\frac{l}{s}$ beilegen kann, alle übrigen sind Bruchwerthe.

Für $\frac{l}{s} = 1$ giebt die Formel (4) $i = 47,8^{\circ}19'65''22$ und dies ist also der Werth des Einfallswinkels, wenn der Abstand zwischen dem Ein- und Austrittspunkte des Gesichtsstrahles, gleich seyn soll der Dicke des Glases.

Setzt man $\frac{l}{s} = 1,5$, so findet man $i = 72,8^{\circ}17'10''56$ und alsdann ist die Dicke des Glases, gleich $\frac{2}{3}$ jenes Abstandes.

Dieser letztere Werth des Einfallswinkels i schien mir den Vorzug vor allen übrigen zu verdienen, und ich habe ihn deshalb für die gewöhnlichen Pachometer angenommen, deren Beschreibung ich sogleich geben will. Wollte man das Verhältniss $\frac{l}{s}$ grösser als 1,5 machen, so müfste man auch grössere Einfallswinkel anwenden, bei welchen aber die Bilder schwer zu unterscheiden seyn würden.

Das gewöhnliche Pachometer mit festem Winkel besteht nun aus einem Sektor von Kupfer *sab* (Fig. 3) der an seinem Scheitel *s* mit Stahl versehen ist, eine Amplitude von $27,8^{\circ}82'89''44$ (nach hunderttheiliger Kreistheilung, *P.*) umspannt und einen Radius von

14 bis 15 Centimeter besitzt. Dieser Sektor ist mit einer seiner Seitenflächen an einer Art Pyramide von Holz *cd* befestigt, in deren Basis sich eine Fuge *r* befindet, die zur Aufnahme eines kupfernen Schiebers bestimmt ist. Die breite Seite *lumn* dieses Schiebers schließt genau an eine der Seiten *sa* des Sektors an, und das Ende desselben ist mit einem Querriegel *tm* von Stahl versehen, der bei *m* um soviel seitwärts hervorspringt, als die Dicke der Kupferplatte beträgt, aus welcher der Sektor verfertigt ist. Dieser Querriegel begränzt den Schieber in einer scharfen, senkrecht auf der Länge des letzteren stehenden Kante. Der Schieber steht in allen für ihn möglichen Stellungen rechtwinklig gegen die Fläche des Sektors, und der Rand *mn* desselben, welcher letzteren berührt, ist in kleinen unter sich gleichen Theilen, von $\frac{1}{4}$ Millimeter Grösse, getheilt. Diese Theilung ist, auf eine Länge von 3 Centimeter, von der äusseren Kante *mn* des Querriegels ab, wo der Anfangspunkt derselben liegt, bis zu 20 fortgesetzt, weil dabei je zwei der kleinen Theile vereinigt wurden, um so die Einheiten zu bilden, die zwar 1,5 Millimeter betragen, aber bei den mit dem Instrumente gemachten Messungen nur für Millimeter gerechnet werden.

Theilt man zu besonderen Absichten, den Schieber nur in Millimeter und Bruchtheile derselben, wie das bei dem Pachometer mit *beweglichem Winkel* geschah, den ich zu meinem eignen Gebrauch verfertigte, so hat man für die Dicke des Glases nur zwei Drittel der von dem Instrumente angegebenen Millimeter-Anzahl zu nehmen, vorausgesetzt, daß die obere

Schneide des Sektors einen Winkel von $27,8^{\text{gr}} 289''44$ mit der getheilten Fläche des Schiebers macht. Das Verhältniss zwischen der Dicke des Glases und dem Vorsprung des Schiebers, lässt sich übrigens für jede andere Winkelöffnung des Pachometers, nach der Formel (5) berechnen, in welcher i das Complement dieser Winkelöffnung ist.

Zum Gebrauch legt man das Pachometer mit der breiten Fläche $ltnn$ seines Schiebers, auf den zu untersuchenden Spiegel, so dass der Sektor abs auf der Oberfläche desselben senkrecht steht. Da alsdann der Rand as dieses Sektors gegen das Glas gestützt ist, so treten alle Gesichtsstrahlen, die längs seines zweiten Randes bs fortgehen, unter einen Einfallswinkel von (100^{gr} — Winkel bsa) oder (100^{gr} — $27,8^{\text{gr}} 289''44$) d. h. unter $72,8^{\text{gr}} 1710''56$ in das Glas, und daraus folgt, dass dieser Strahl nach seiner Reflexion an der belegten Spiegelfläche, in einem Punkte zum Glase hinausgeht, der von dem, in welchen er in dasselbe eintrat, um das anderthalbfache der Dicke des Glases absteht.

Wenn demnach der Schieber, wie es die Figur zeigt, ursprünglich offen steht, so lässt man den Sektor so weit längs desselben fortgleiten, bis das Bild der äusseren Kante mt des stählernen Querriegels in der Richtung des erwähnten Gesichtsstrahls bs sichtbar wird. Die Anzahl der Theilungen nach Seite des Scheitels s des Sektors, ist alsdann in Millimetern, der Werth der Dicke des untersuchten Glases.

Um das Pachometer auch zur Messung der Breite und Höhe des Spiegels geschickt zu machen, ist die

Theilung des an den Sektor anliegenden Randes *mn* des Schiebers, in Centimeter fortgesetzt, und auch die Basis der hölzernen Pyramide, zur Seite der Fuge *r* bis zu 25 Centimeter getheilt. Der gegenüberstehende Rand *tl* des Schiebers und der korrespondirende der Fuge, können in Zolle getheilt werden, so dass man die gemessenen Längenwerthe zugleich in Metern und Zollen abliest.

Wenn das Pachometer mit beweglichem Winkel versehen ist, so kann man diesen durch Versuche für eine jede gegebene Glasart einstellen. Ist man z. B. Willens, den Auszug des Schiebers, der Dicke von Spiegeln derselben Art, gleich zu machen, so befreie man einen der Spiegel von seiner Belegung, messe die Dicke unmittelbar, und schiebe die Zunge um so viel als diese beträgt heraus, dann stelle man das Instrument auf einen belegten Spiegel, und ändere den Winkel *asb*, welchen die statt der Alhidade dienende Kante mit der Spiegelfläche macht, so lange ab, bis das Bild der äusseren Kante des stählernen Querriegels, in der Richtung der erstenen sichtbar ist. Dann ist das Instrument regulirt. Man befestigt darauf die Druckschraube wieder und macht eine Kerbe auf der Seite der Pyramide, gegen welche man den Sektor anlegt, oder auf den Absatz von Kupfer, womit letzterer zu diesem Entzweck versehen ist. Dadurch sind die Angaben der gegenwärtigen Einstellung gesichert, und man kann die Theile des Instrumentes wieder in die zweckmässige Lage bringen, wenn diese zur Aufsuchung der für andere Gasarten erforderlichen Lagen verändert ward.

Endlich kann auch das Pachometer, wie man sieht, zur Bestimmung des Brechungsvermögens der Spiegelgläser dienen. Denn nennt man das Brechungsvermögen K und setzt diese Bezeichnung statt des, für das Spiegelglas von St. Gobin gehörenden, Werthes 1,51 in der Formel (4), so hat man

$$K = \frac{\sin i}{R} \sqrt{1 + 4 \frac{s^2}{P^2}}$$

eine Formel, in welcher alle Größen, die der zweite Theil einschließt, durch den so eben erwähnten Gebrauch des Pachometers gegeben sind. (Doch setzt dies völlig Parallelismus der Flächen des Spiegels voraus, eine Bedingung, die überhaupt für die Anwendung dieses Instrumentes erfüllt seyn muß, wenn dasselbe nicht bloß die ungleiche Dicke des Spiegels an verschiedenen Punkten, sondern auch den Werth derselben in einem bekannten Längenmaafse darthun soll. P .)

VII.

Beschreibung einer monochromatischen Lampe,

von

Dr. DAVID BREWSTER *).

In einem Aufsatze über das Sehen durch gefärbte Gläser, welchen ich vor Kurzem die Ehre hatte der Gesellschaft vorzulegen, machte ich auf die Vortheile der gefärbten Mittel bei mikroskopischen und teleskopischen Beobachtungen aufmerksam. Nachdem ich den grossen Nutzen kennen gelernt, den rothe und grüne Linsen zur Enthüllung derjenigen Pflanzengebilde besitzen, welche mit starker Vergrößerung untersucht werden müssen, war ich bestimmt, aus dieser neuen Thatsache alle Vortheile abzuleiten, die sie mit sich zu führen schien. Hiezu war es erforderlich das Vermögen zu bestimmen, womit jede gesonderte Farbe des Spectrums ein deutliches Sehen gewährt, und obgleich ich in meiner früheren Abhandlung behauptet hatte, „dafs es schwer wäre, irgend einen Grund aufzufinden, weshalb ein gefärbtes Medium dem andern vorgezogen werden sollte, vorausgesetzt dafs jedes derselben gleiche Mengen von dem homogenen „Lichte durchliessen“; so war es doch wünschens-

* aus d. Edinburgh. Philosoph. Journ. Jan. 1824. p. 120.



werth diese theoretische Ansicht durch einen directen Versuch zu prüfen. Sir William Herschel *) hat freilich schon vor langer Zeit diesen Gegenstand untersucht, als er auf den Nutzen der gefärbten Mittel für Sonnenbeobachtungen hinwies, wobei er den Schluss machte, dass jede Farbe des Spectrums ein gleich deutliches Sehen zulasse; aber seine Beobachtungsmethode, welche darin bestand, einen folgweise durch jede Farbe des Spectrums erleuchteten Stift, mittelst eines Mikroskopes zu betrachten, war nicht darauf berechnet, entscheidende Resultate zu geben und ließ die Frage in ihrer ganzen Ungewissheit zurück.

Um genauere Anzeichen zu erhalten, die bei Anwendung auf praktische Gegenstände keiner Missdeutung ausgesetzt waren, machte ich mittelst eines Prismas von stark zerstreuem Vermögen und von grossem Brechungswinkel, ein Spectrum von einer leuchtenden Scheibe. Ich untersuchte darauf dasselbe durch eine Menge verschieden gefärbter, sowohl fester als flüssiger Mittel, und bemerkte die Grösse und Gestalt des Bildes, in welches es verwandelt ward. Die Vollkommenheit dieses Bildes oder seine Begrenzung in Richtung der Länge des Spectrums, war für das Licht, aus welchem es gebildet war, eine genaue und unzweifelhafte Probe seiner Tauglichkeit zum deutlichen Sehen.

Bei dieser Beobachtungsmethode fand ich, dass man von der leuchtenden Scheibe weder ein blaues

*) Philosoph. Transact. for 1800.

noch ein grünes Bild mit Deutlichkeit hervorbringen konnte, und dass wahrscheinlich nur von dem rothen Theile des Spektrums ein solcher Effekt zu erhalten war. Als ich ein purpurfarbenes Glas anwandte, bemerkte ich, dass der mittlere Theil der rothen Zone eher als die äusseren Theile absorbiert ward, so dass anstatt eines rothen Bildes zwei ganz geschiedene und lediglich deutliche sichtbar waren. Bei einer grösseren Dicke der Platte ward jedoch der brechbarste Theil des rothen Bildes absorbiert und der am wenigsten brechbare Anteil desselben, blieb in dem Zustand einer völligen Deutlichkeit übrig.

Obgleich ich hiedurch nun denjenigen Theil des Spektrums bestimmt hatte, welcher sich zum deutlichen Sehen am Meisten schickte, so war dennoch die Lichtmenge, welche vor der Isolation der äussern rothen Strahlen vernichtet ward, so gross, dass diese Bestimmung wenig praktischen Nutzen versprach, ausgenommen etwa die Fälle, in welchen man die Umrisse eines Gegenstandes zu beobachten hätte. Wäre es möglich gewesen von dem Spektrum die leuchtendsten Strahlen so vollkommen zu isoliren, als einige äussere der rothen, so würde dies ein beträchtlicher Vortheil gewesen seyn. Ich habe aber gefunden, dass dies ganz unthunlich ist, und wage zu behaupten, dass die Abscheidung des homogenen grünen oder gelben Lichtes von irgend einer beträchtlichen Intensität, durch keins der gegenwärtig bekannten gefärbten Media bewirkt werden kann.

Indem ich deshalb alle Hoffnung aufgab von einem gefärbten Medium irgend eine weitere, als die

vorhin bemerkte Verbesserung für die Mikroskope zu erhalten, fiel es mir bei, dass der beabsichtigte Zweck zu erlangen seyn möchte, wenn man durch Verbrennung brennlicher Substanzen eine homogene Flamme zur Erleuchtung der mikroskopischen Gegenstände, erzeugen könnte.

Es ist längs bekannt, dass eine grosse Menge von homogenen gelben Lichte hervorgebracht wird, wenn man Kochsalz oder Salpeter in die weiße Flamme einer Kerze, oder in die blaue und weiße Flamme des brennenden Alkohols bringt *). Jedoch ist ein auf diese Art erzeugtes Licht mehr für einen zufälligen Versuch geschickt, als zu einer dauernden Quelle der Erleuchtung, und bei den ungesunden Dämpfen, welche während der Verbrennung dieser Salze entwickelt werden, würde ich mich selbst dieser Methode ein gelbes Licht zu erhalten nicht bedienen.

Nach vielen mühevollen und vergeblichen Versuchen fand ich, dass die meisten Körper, bei welchen die Verbrennung unvollkommen ist, z. B. Papier, Leinwand, Baumwolle etc., ein Licht geben, in welchem die gelben Strahlen vorwalten, dass die Menge des gelben Lichtes mit der Feuchtigkeit dieser Körper wächst, und dass eine grössere Menge desselben Lichtes erzeugt wird, wenn verschiedene Flammen mechanisch durch ein Lötlrohr oder einen Blasebalg angefacht werden. Da die gelben Strahlen durch ein

*) Hr. Herschel hat mich belehrt, dass auch der Schwefel bei einer gewissen Stufe seiner Verbrennung ein homogenes gelbes Licht erzeugt.

unvollkommenes Verbrennen hervorgebracht zu werden schienen, so schloß ich, daß der mit Wasser verdünnte Alkohol dieselben in grösserer Menge erzeugen würde, als der vollkommen wasserfreie, und der Versuch, den ich darauf machte, gelang über meine kühnsten Hoffnungen. Die ganze Flamme mit Ausnahme eines geringen Antheils von blauem Lichte, war ein schönes homogenes Gelb, welches bei Untersuchung mit einem Prisma zwar schwache Spuren vom Grünen und Blauen zeigte, aber nicht die geringsten Strahlen eines rothen oder orangefarbenen Lichtes. Die grünen und blauen Strahlen, welche die gelbe Flamme begleiteten, hatten verhältnismässig so wenig Intensität, daß sie bei dem Prozess der Erleuchtung und Vergrößerung eines zu untersuchenden Objektes verschwanden, und selbst wenn sie auch in grösserer Menge vorhanden gewesen, so würde es leicht seyn sie mit einem Mal durch Hülfe eines gelben Glases zu absorbiren und dadurch die Lampe völlig monochromatisch zu machen.

Nach mehreren Versuchen über das Verbrennen des verdünnten Alkohols, fand ich, daß die Entwicklung des gelben Lichtes größtentheils von der Natur des Dochtes und der Schnelligkeit abhängt, mit der dieses Fluidum in Dampf verwandelt wird. Ein Stück Schwamm mit einer Anzahl hervorragender Spitzen, vertritt die Stelle des Dochtes besser als irgend eine andere Substanz, und dann wird die Entwicklung des gelben Lichtes noch vermehrt, wenn man unter den Verbrenner eine gewöhnliche Spirituslampe setzt. Um zu besonderen Zwecken ein recht starkes Licht zu be-

kommen, verband ich mit der Spitze des Verbrenners eine Vorrichtung von Drahtgewebe, welches, indem es sich vertikal um ein Charnier dreht, oder durch eine Seitenbewegung, ungefähr einen halben Zoll oberhalb des Drahtes in eine horizontale Lage gebracht werden kann. Sobald es rothglühend geworden ist, läßt man es bis zur Berührung mit dem Schwamm hinab gehen, wodurch es den Alkohol schnell in Dampf verwandelt und eine reichliche Entwicklung von gelbem Lichte erzeugt (Fig. 5.)

Wenn ein starkes Licht anhaltend erforderlich ist, so finde ich, daß es Vorzug verdient den Docht völlig bei Seite zu stellen und den verdünnten Alkohol langsam von dem Hande nach dem Boden einer hohlen Schüssel von Platina laufen zu lassen, welche letztere man mittels einer darunter gestellten Spirituslampe sehr heiß erhält. Der Boden der Platschüssel muß mit einer Anzahl hervorragender Spizzen versehen werden, damit das Fluidum, welches mit ihm in Berührung kommt, in recht vielen Punkten der Wirkung der erhitzten Oberfläche ausgesetzt ist (Fig. 6).

Nachdem die Lampe einige Zeit gebrannt hat, bleibt ein Anteil von nicht verdampftem Wasser, gemischt mit ein wenig Alkohol, in einem zur Verbrennung untauglichen Zustande auf dem Boden der Schüssel zurück. Dies Wasser kann mit einem Schwamme fortgenommen werden, oder man kann auch seine Anhäufung verhindern, wenn man einen Vorrath von reinem Alkohol hat, mit dem man die

erschöpften Kräfte des verdünnten Fluidums wieder erneuert.

Die monochromatische Lampe ist alsdann vollendet; ich werde keine Zeit verlieren sie zur Erleuchtung mikroskopischer Gegenstände anzuwenden. Die durch sie erzeugte Wirkung hat meine Erwartung bei weitem übertroffen. Die Bilder des kleinsten Pflanzenbaues waren genau und deutlich und das Sehen in jeder Hinsicht vollkommner, als es seyn würde, wenn alle Linsen des Mikroskopos durch den geschicktesten Künstler völlig achromatisch gemacht worden wären.

Die monochromatische Lampe findet unabhängig von ihrem Gebrauch für mikroskopische Beobachtungen, eine ausgedehnte Anwendung auf verschiedene Zweige der Künste und Wissenschaften. Als z. B. in gewissen Fällen des undeutlichen Sehens, wo durch Trennung der Fibern in der Krystalllinse eine Anzahl gefärbter Bilder entsteht, werden die prismatischen Farben, welche das Hauptbild vernichteten, durch ein homogenes Licht weggenommen und dadurch das Sehen verbessert. Ferner: zur Erleuchtung der Fäden der Passageinstrumente und der Mikrometer; bei Graduiren der Limbus getheilter Instrumente, welches gemeinlich bei Kerzenlicht geschieht; zur Ablesung derselben Theilungen bei festen Beobachtungen; zur Bildung von Signalen bei trigonometrischen Vermessungen; zur Erhaltung genauer und gleichförmiger Messungen des Refraktionsvermögens; zur Messung der Treppung der bei-

den Lichtbündel bei Krystallen mit doppelter Strahlenbrechung; zur Bestimmung der Fokallänge der Linsen; zur Beobachtung verschiedener optischer Erscheinungen, bei denen das Licht zersetzt wird; zu allen diesen, und im Allgemeinen zu allen zarten Arbeiten, bei welchen ein deutliches Sehen wesentlich ist, wird die Anwendung einer homogenen Flamme den ausgezeichnetsten Nutzen leisten.

Fig. 6. zeigt eine Form der monochromatischen Lampe, worin *A* das Reservoir für den verdünnten Alkohol bezeichnet, aus welchem dieser durch das Rohr *ABCD* zu dem breiten Docht *E* herabfließt, welcher letztere gemeinlich aus Schwamm besteht. Ein Rahmen von Drahtgewebe *F* bewegt sich in einem Charnier, so daß er über die Flamme gebracht, und wenn er erhitzt ist, auf die Fläche des Dochtes niedergelassen werden kann. Vortreffliche Dochte lassen sich auch aus concentrischen Cylindern von dünnen Glimmer- oder Platina-Blättchen ververtigen.

Fig. 5. stellt eine andre Form der Lampe ganz ohne Docht dar, bei der der verdünnte Alkohol in einer flachen Schale *MN* von Platina oder einem andern Metall verbrennt. Letztere kann so gemacht seyn, daß sie eine geringe freiwillige Oscillationsbewegung besitzt, um dadurch das Fluidum auf die erhitzten Hervorragungen des Platinas zu bringen. Eine gewöhnliche Spirituslampe *OP* in einem Gehäuse eingeschlossen, ist unter der Platinaschale *MN* angebracht, um dadurch eine hinreichende Hitze

zur Verwandlung des verdünnten Alkohols in Dampf hervorzubringen. Ein Schornstein oder Cylinder von blaßgelbem Glase kann über die Flamme gestellt werden, wenn man dadurch glauben sollte die kleinen Anteile von blauem Licht zu absorbiren, welche die gelbe Flamme begleiten.

VIII.

*Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Professor
C. G. Gmelin in Tübingen an den
Herausgeber.*

— Um die Fossilien näher kennen zu lernen, welche mit dem Amblygonit zu Penig in Sachsen brechen, hatte ich durch die Güte des Hrn. Breithaupt Proben vom Albit, Topas, Turmalin und dem rosenfarbenen Glimmer erhalten. Dabei bestätigte sich, was ich schon vor einiger Zeit gefunden hatte, *dass dieser rosenfarbene Glimmer eine neue Spezies ist*, indem derselbe vor dem Löthrohr mit der größten Leichtigkeit unter Aufbrausen zur einer durchsichtigen Kugel schmilzt, ja sich sogar in der bloßen Flamme des Lichtes sogleich an den Rändern abrundet. Jetzt habe ich gefunden, dass dieser Glimmer ein *Lithion - Glimmer* ist, da sich die Löthrohrflamme, in welcher derselbe geschmolzen wird, schön purpurroth färbt. Diese Reaction auf Lithion, scheint mir überhaupt für Löthrohr-Versuche sehr schätzbar zu seyn. Der Lepidolith zeigt sie im ausgezeichneten Grade, und selbst beim Petalit ist sie noch deutlich. Bei dem mit diesem Glimmer brechenden schwarzen Turmaline glaube ich etwas Aehnliches wahrgenommen zu haben, doch ist die Reaction so schwach, dass ich, ohne eine chemische Untersuchung, nichts mit

Bestimmtheit entscheiden möchte. Diese Reaction hat das Lithion nur mit dem Strontian gemein, welcher jedoch in der Regel leicht zu entdecken ist, und wohl selten in ähnlichen Verbindungen vorkommen wird.

Ob nun dieser Glimmer von Penig, bloß ein unvollkommen ausgebildeter Lepidolith oder wirklich ein Lithion-Glimmer ist, muss die chemische Analyse, welche ich bereits angefangen habe, zeigen. Sobald dieselbe beendet ist, werde ich Ihnen dieselbe, nebst einer neuen Analyse des Helvins und des Diploits (Breith.), oder Latrobits (Brooke) mittheilen. —

IX.

*Einfacher Beweis, dass die Ausdehnung der Krystalle durch Wärme, nach deren Axen ungleich ist *) .*

Herr Fresnel hat durch einen einfachen Versuch dargethan, dass die Wärme den Gyps weniger parallel seiner Axe **) als in der auf dieser senkrechten Richtung ausdehnt, eine Verschiedenheit, die mit der von Hrn. Mitscherlich am Kalkspath beobachteten zwar analog ist, aber entgegengesetztes Zeichen besitzt, wie man dies auch schon im Voraus von der entgegengesetzten Natur der doppelten Strahlenbrechung in beiden Körpern erwarten konnte.

Um sich hievon zu überzeugen, reicht es ihm zwei sehr dünne Blättchen von einem Gypskrystall abzulösen, und sie so aneinander zu leimen, dass ihre Axen sich rechtwinklich kreuzen. Der Tischlerleim, dessen sich Hr. Fresnel bei diesem Versuch bedient, erweicht sich immer bei Erwärmung, selbst wenn er sehr dick aufgetragen war; so dass die bei-

*) aus d. Bullet. des scienc. mathemat. etc. Febr. 1824. p. 100.

**) Hr. Fresnel begreift hier unter *Axe* diejenige Linie, welche den spitzen Winkel der beiden optischen Axen in zwei gleiche Theile theilt, und deren Richtung man durch das von Hrn. Biot in seinem Traité gegebene Verfahren auffinden kann.

den Blättchen, während sie warm sind, übereinander fortgleiten können. Lässt man sie aber erkalten, so erhärtet der Leim und die Blättchen sind miteinander verbunden. Da sie nun in der Richtung aufeinander gelegt sind, in welcher die Differenz der Ausdehnung am grössten ist, so wird das Blättchen, welches am meisten nach einer Richtung ausgedehnt war, sich auch stärker als das andere zusammenziehen, genöthigt seyn sich zu krümmen, und die concave Seite eines Blättchen zu bilden, von dem das andere die convexa Seite ausmacht. Das Umgekehrte findet parallel der Axe, in der auf ersterer senkrechten Richtung Statt, so dass die zusammengeleimten Blättchen nach dem Erkalten die Form einer schießen Fläche (*surface gauche*) annehmen.



METEOROLOGISCHES TAGEBUCH
FÜR DEN MONAT SEPTEMBER 1824: GEFÜHRT

| Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. | Therm. Reaum. frei im Schattu | Haar. Hygr. bei Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. | Therm. Reaum. frei im Schattu | Haar. Hygr. bei Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. | Therm. Reaum. frei im Schattu |
|----------------------|----------------------------|--|-------------------------------|--------|----------------------|----------------------------|--|-------------------------------|---------|----------------------|----------------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | |
| Tg St. | pariser | Tg St. | pariser | Tg St. | pariser | Tg St. | pariser | Tg St. | pariser | Tg St. | pariser | Tg St. |
| 1 | 8 356. 75+ | +14. 0 | 80. 0 | oso. 1 | Mgr th Rhr | 8 355. 95+ | +12. 0 | 99. 0 | sw. 1 | Rg trüb | 8 358. 50 | +13. 0 |
| | 13 36. 47 | 91. 5 | 5. 0 | 5. 0 | 1. schön | 13 35. 78 | 16. 0 | 84. 6 | aso. 1 | trüb | 13 38. 59 | 17. 5 |
| | 9 36. 45 | 91. 5 | 9. 5 | 6. 0 | N. 1. schön | 9 35. 73 | 14. 0 | 79. 8 | w. 1 | trüb Rg | 9 38. 58 | 17. 5 |
| | 6 36. 41 | 91. 5 | 0. 5 | 4. 0 | SO. 1. hte Abrrh | 6 35. 93 | 13. 1 | 100. 0 | SO. 1 | trüb | 6 38. 01 | 16. 1 |
| 2 | 10 36. 96 | 15. 4 | 4. 0 | 8. 0 | O. 1. heit | 10 35. 57 | 13. 5 | 100. 0 | nsw. 1 | Rg Rtrpf | 10 37. 88 | 15. 5 |
| | | | | | Mgrth | | | | | Rg u. Gw | | |
| | 8 35. 51 | +14. 1 | 90. 1 | NO. 1 | ht Hörer | 8 32. 85 | +10. 4 | 97. 9 | Nw. 1 | trb Sphreg | 8 37. 75 | +11. 5 |
| | 12 37. 07 | 91. 5 | 6. 0 | oso. 1 | heit | 12 35. 50 | 13. 1 | 94. 3 | nww. 1 | trüb | 12 37. 58 | 16. 5 |
| 3 | 2 36. 82 | 21. 8 | 8. 0 | 5. 0 | SO. 1. heit | 10 34. 01 | 13. 5 | 86. 7 | NW. 1 | trüb | 10 37. 21 | 17. 0 |
| | 6 36. 58 | 21. 8 | 4. 5 | 6. 0 | oso. 1. ht Hörer | 6 34. 54 | 13. 5 | 49. 8 | N. 1 | vrm Abrrh | 6 36. 87 | 14. 5 |
| | 10 36. 56 | 16. 5 | 7. 7 | 9. 0 | 1. ht Abrrh | 10 34. 98 | 9. 5 | 97. 9 | N. 1 | schDft Nb | 10 36. 54 | 10. 0 |
| | | | | | Mgrth | | | | | Mg-Thau | | |
| 5 | 8 35. 85 | +14. 8 | 87. 5 | oso. 1 | ht Hoher | 8 35. 55 | +10. 0 | 09. 6 | N. 1 | sch Nbl | 8 36. 95 | +16. 3 |
| | 12 35. 46 | 91. 1 | 5. 5 | 0 | nsw. 1 | 12 35. 48 | 15. 2 | 5. 0 | aso. 1 | schön | 12 35. 86 | 15. 0 |
| | 9 35. 27 | 29. 0 | 7. 1 | 7. 0 | nsw. 1 | 9 35. 42 | 15. 0 | 76. 6 | SO. 1 | schön | 9 35. 49 | 17. 7 |
| | 6 34. 66 | 21. 0 | 6. 7 | 7. 0 | oso. 1. sch Abrrh | 6 35. 28 | 15. 1 | 0. 72. 7 | SG. 1 | verm Abr | 6 35. 16 | 15. 8 |
| 4 | 10 34. 87 | 15. 9 | 9. 0 | 6. 0 | oso. 1. schön | 10 35. 60 | 12. 3 | 97. 7 | nsw. 1 | verm | 10 35. 21 | 12. 5 |
| | | | | | Mgrth | | | | | Mg-Thau | | |
| | 8 34. 65 | +15. 9 | 91. 1 | aso. 1 | sch Mgrth | 8 35. 61 | +12. 7 | 90. 4 | aso. 1 | sch Mgrth | 8 34. 91 | +11. 0 |
| | 12 34. 99 | 92. 4 | 75. 2 | SW. 1 | schön | 12 35. 26 | 16. 0 | 94. 5 | aso. 1 | schön | 12 34. 83 | 16. 0 |
| 6 | 2 35. 99 | 93. 5 | 74. 3 | SSW. 1 | schön | 2 35. 06 | 17. 0 | 0. 74. 6 | SW. 1 | trüb | 2 34. 64 | 17. 9 |
| | 6 35. 78 | 20. 7 | 7. 7 | 8. 0 | nww. 1 | 6 34. 75 | 15. 1 | 7. 91. 4 | SG. 1 | trübGw | 6 34. 19 | 15. 4 |
| | 10 35. 76 | 17. 5 | 9. 0 | 9. 0 | SW. 1 | 10 35. 25 | 11. 1 | 8. 85. 8 | nsw. 1 | trüb | 10 34. 00 | 12. 8 |
| | | | | | Regen | | | | | atRggw | | |
| 5 | 8 35. 91 | +14. 5 | 100. 0 | SW. 1 | trüb Rg | 8 35. 77 | +12. 6 | 97. 5 | SW. 1 | trüb | 8 33. 78 | +10. 6 |
| | 12 34. 70 | 70. 1 | 17. 8 | 97. 8 | nww. 1 | 12 36. 51 | 14. 6 | 70. 9 | nww. 1 | trüb | 12 33. 38 | 15. 0 |
| | 9 34. 58 | 19. 7 | 9. 2 | 7. 7 | nsw. 1 | 9 36. 75 | 14. 9 | 65. 6 | NW. 1 | trüb | 9 33. 26 | 16. 8 |
| | 6 34. 96 | 14. 7 | 100. 0 | nsw. 1 | trüb Gew | 6 35. 55 | 12. 8 | 8. 75. 7 | nw. 1 | ter Abrrh | 6 33. 89 | 12. 9 |
| 10 | 10 34. 05 | 14. 6 | 100. 0 | nsw. 1 | trüb Rg | 10 37. 98 | 9. 0 | 1. 98. 0 | naw. 1 | verm Nbl | 10 34. 59 | 11. 3 |
| | | | | | Regen | | | | | MgrThau | | |
| | 8 34. 58 | +12. 0 | 99. 5 | nww. 1 | trüb | 8 35. 72 | +8. 6 | 96. 6 | nww. 1 | trüb Nbl | 8 35. 27 | +9. 0 |
| | 12 34. 76 | 16. 1 | 85. 4 | NW. 1 | verm | 12 36. 79 | 15. 2 | 72. 1 | S. 1 | trüb | 12 35. 37 | 15. 6 |
| 6 | 3 34. 53 | 16. 4 | 6. 1 | 6. 0 | nww. 1 | 3 36. 78 | 15. 7 | 61. 5 | nsw. 1 | trüb | 3 35. 26 | 15. 9 |
| | 6 34. 52 | 14. 8 | 0. 8 | 4. 0 | naw. 1 | 6 35. 50 | 15. 8 | 70. 4 | SO. 1 | trüb Nbl | 6 35. 31 | 13. 3 |
| | 10 34. 54 | 13. 6 | 9. 1 | 9. 0 | nww. 1 | 10 35. 49 | 11. 0 | 9. 0 | 5. 0 | verm Abrrh | 10 35. 64 | 9. 9 |
| | | | | | Regen | | | | | Mgrth | | |
| 7 | 8 34. 58 | +12. 0 | 99. 5 | nww. 1 | trüb | 8 35. 56 | +10. 5 | 85. 3 | S. 1 | verm Nbl | 8 35. 91 | +9. 0 |
| | 12 34. 76 | 18. 0 | 85. 3 | SW. 1 | trüb | 12 36. 50 | 16. 6 | 75. 9 | nww. 1 | heit | 12 35. 53 | 16. 3 |
| | 2 34. 54 | 15. 6 | 89. 2 | naw. 1 | trüb Rg | 2 36. 91 | 17. 5 | 69. 4 | SG. 1 | heit | 2 35. 50 | 16. 0 |
| | 6 34. 51 | 19. 5 | 100. 0 | NW. 1 | trüb Abrrh | 6 37. 93 | 16. 5 | 63. 8 | nww. 1 | sch Nbl | 6 35. 29 | 14. 8 |
| 10 | 10 34. 66 | 11. 7 | 100. 0 | nsw. 1 | schön | 10 37. 97 | 10. 0 | 70. 6 | S. 1 | sch Abrrh | 10 35. 08 | 12. 5 |
| | | | | | Mgr Thau | | | | | MgrThau | | |
| | 8 34. 45 | +15. 9 | 100. 0 | oso. 1 | schön Nbl | 8 35. 34 | +11. 2 | 90. 6 | oso. 1 | verm Nbl | 8 35. 60 | +12. 4 |
| | 12 34. 81 | 19. 5 | 96. 5 | nww. 1 | schön | 12 35. 30 | 17. 7 | 72. 8 | nww. 1 | verm | 12 35. 83 | 15. 5 |
| 8 | 2 34. 84 | 20. 3 | 5. 5 | 5. 5 | naw. 1 | 2 35. 74 | 18. 5 | 69. 3 | NW. 1 | verm | 2 35. 83 | 15. 8 |
| | 6 34. 26 | 16. 6 | 100. 0 | naw. 1 | trüb Abrrh | 6 35. 92 | 17. 3 | 5. 2 | S. 1 | verm Nbl | 6 35. 79 | 15. 5 |
| | 10 34. 93 | 14. 9 | 100. 0 | naw. 1 | trüb Rg | 10 35. 48 | 15. 2 | 100. 0 | N. 1 | verm Abrrh | 10 35. 75 | 10. 0 |
| | | | | | Regen | | | | | MgrThau | | |

ANNALES DER STERNWARTE ZU HALLE.

FÜHRT VON OBSERVATOR DR. WINGFIELD

Vom 1 bis 8 September. Am 1. Morg. heiter, Horiz. bedünfet, ebenso Abds; Tags rings hie und da kleine einz. Cum. Am 2. heiter, früh und Abds Höherauch. Am 3. Morg. heiter und Höherauch, der Horiz. bedünfet, Tags über rings einz. Cirr. Str. und Abds, außer N, rings ein Damm, der in S hoch; später in NW eine Gruppe rundl. klein gefond. Cirr. Str. Am 4. früh heiter, Mittags rings, in N hoch, Cum. oben einige über heit, Grund; Nchmittgs die Cum. kl., oben einz. Cirr. Str. und rings ein Damm. Abds wolk. Bed., selten gebrochen, am Horiz. viel Gew.format. und düster in O u. S; in N ergielet sich Reg. $\frac{1}{2}$ 7 U. Gewitter, gering. Donner, schwache einz. Blitze; es zog aus S nach N. Nach 10 kam es zurück und blieb, bei schwach. Reg. und wolk. Bed. bis 12 U. in S stehen. Am 5. früh gleiche Decke und scharf. Reg. bis 10; Tags wolk. bed., um 5 Reg. und Gew. das aus W nach O ziehet mit geringem Donner und schwachen Blitzen. Von 6 ab Reg. bei gleicher Decke bis in die Nacht. Am 6. Nachts stark Reg. bis Mittag wird gleiche Decke wolk. Nchmittgs in SO Gew.format. sonst rings heiter mit Cum.; Abds oben heiter, vom Horiz. herauf nach oben verwisch. Cirr. Str. Am 7. viel Cirr. Str. Morg., oben viel Cirr. Cum., gehen Mittags in wolk. Bed. über, die erst Abds sich wieder trennt; Spät-Abds wie gestern, von $\frac{1}{2}$ 4 bis $\frac{1}{2}$ 6 Reg. Heute ziehet der Mond in seiner Erdferne. Am 8. früh unten Cirr. Str., Zenith heiter, Tags bed. Cirr. Str. meist und find Abds in wolk. Decke modifiz.; später wird diese gleich und nach 9 fällt ein Regsch. Heute, Nchmittgs o U. 32° hat der Vollmond Statt.

Vom 9 bis 16. Am 9. Nachts und von 6 bis $\frac{1}{2}$ 8 früh, Reg. bei gleicher Decke, Vormittgs wird diese wolkig und in N treten Cum. auf. Von 1—3 wieder Reg. Gegen 11 Nehts, indem falt am ganzen Horiz. von Abds ab Gew.format. sich bildete, ziehen 3 Gew. aus S, W u. N sich nach dem Zenith zusammen. Heftige Explosionen, heftige Blitze, der ganze Himmel leuchtet in Flammen. Um 11 zwei sehr starke Blitze aus dem Gewitter aus S und ein furchtbarer Donnerschlag; gleichzeitig beruhigt sich das Wetter, die Gewitt. trennen sich und ziehen schwach rollend, nach O, SO u. NO. Am 10. gleiche, Tags wolk. Decke, Morg. Sprühreg.; Spät-Abds heiter und gegen 10 stark Duft. Am 11. früh heiter, Horiz. bel., Tags getrennte Cum. rings, Abds O frei oben, und löscht, viel rundl. gefond. Cirr. Str. Am 12. Morg. wie gestern, Vormittgs bilden sich Cirr. Str. Gruppen, Nchmittgs wolk. Bed., Spät-Abds ebenfalls und Abds gleichf. Am 13. Nachts stark Reg. und Sturm aus SW. Tags wechselt gleiche und wolk. Decke; Spät-Abds wolkenleer, nicht klar, oben mate einige Sterne. Am 14. gleiche Decke die Nchmittgs in Schleier sich umwandelt, auf dem hie und da, unten rings, Cirr. Str. lieben. Am 15. heiter, nur ist früh und Spät-Abds der Horiz. bedünfet, Abds belegt. Am 16. Cirr. Str. die früh vrrwaichen,

R K U N G E N

W i t t e r s n g.

wechseln Tags mit heit. Stellen; Abds belegen sie den Horiz. und später ziehen sie oben über heit. Grund. Heute 8 U. 10⁴ Morg. tritt das letzte Mond-Viertel ein.

Vom 17 bis 22. Am 17. Cirr. Str. die Vormittags über heit. Grund gehen, bed. Spät-Abds, Nchmittgs Cirr. Str. unten und oben ziehende Cum. Am 18. Vormittags heiter, Nchmittgs oben zihende Cirr. Str., und Abds der Horiz. bel. Am 19. Vormittags heiter, bel. Horiz. Nchmittgs viel hohe Cum. und oben über heit. Grund große Cirr. Str., später diese locker und gefondert. Am 20. früh gleiche Decke, Mittags heiter, oben Cirrus, Abds oben Cirrus und W düstre Cirr. Str. und in NW leichte Blitze. Spät-Abds bed. Cirr. Str. meist, von 8—9 in N u. W die Blitze stärker. Am 21. gleiche Decke ist Mittags wolfig, oft einz. Regtrpf.; Abds Souderung im Cirr. Str. Nchmittgs etwa Reg. und Spt-Abds wieder wolk. düstre Decke. Der Mond steigt heute in seine Erdnähe. Am 22. Cirr. Str. bed. oft. Tags treten am Horiz. Cum. drüber, Abds ziehen Cirr. Str. sehr einz. über heit. Grund und später heiter, nur noch der Horiz. bel. Um 11 U. 21⁴ Abds steht der Mond im neuen Lichte.

Vom 23 bis 30. Am 23. Vormittags heiter, Horiz. bel., Mittags oben Cirrus-Spur; nach Mittags rings viel kleine, getrennte Cum. und oben Cirrus in var. forma. Abds wolk., später gleiche Decke. Um 3 U. 50⁴ heute früh, trat die Sonne in die Wage und es hatte within das Herbst-Aequinoctium Statt. Am 24. Nchts Reg., früh unten ein Damm, oben heiter; Tags auf Cirrus besetztem Grunde viel große Cirr. Str. oben und Cum. unten; Abds und später wolkig bed. Am 25 u. 26. gleiche, selten wolk. Decke, trennt sich Abds den 26. in Cirr. Str. Massen und oben ist es später heiter, Nchts vor dem 25., fast den ganzen Tag und am 26. früh Reg. Am 27. bis Nchmittgs bedecken Cirr. Str. meist, Mittags unten Cum. und von Abds ab wolk. Decke. Am 28. Cirr. Str. und Cum. lassen viel heit. Grund, nach Mittag in N Cum.; Abds oben heiter, unten ein Damm, und später ist auch dieser verschwunden. Am 29. Cirrus-Schleier in Streifen früh, Mutgs heiter, nur der S-Horiz. bel.; Nchmittgs fast rings bel. und oben Cirr. Str. Gruppen. Spt-Abds bis auf bel. und bedünst. Horiz. heiter. Am 30. Horiz. bel., überall Cirr. Str. Schleier, Mittags wird dieser dünn und Stellen brechen; nach Mittag heiter, unten einige Cirr. Str., Abds und später der Horiz. theils belegt, theils stark bedünstet. Heute, Morg. o U. 25⁴, das erste Mond-Viertel.

Charakteristik des Monats: Oft schöne Tage, Anfangs heiss, am Ende einige kalte Nächte; gewitterreich und oft Regen; bei mässigem westlichen und östlichen Winde halten erftiere das Barometer im Mittel zwar hoch, doch ist die Variation nicht bedeutend.

J

U

B

D

at

in

K

P

m

B

an

fp

A

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZEHNTES STÜCK.

I.

*Untersuchungen über die Flusspathsfäure und deren
merkwürdigsten Verbindungen;*

von

J. J. BERZELIUS *).

(Dritte Abtheilung; Fortsetzung der Abhandlung im Heft 2.

B.I. 77. p 169.)

**B. Flusspathsfäure Boraxsfäure; Fluoborsäure und deren Verbin-
dungen mit Salzbasen,**

Die ausgezeichneten Eigenschaften einer starken und
ätzenden Säure, welche die sogenannte Fluoborsäure
im concentrirten Zustande besitzt, gaben seit der ersten
Kenntniß ihrer Existenz Veranlassung sie als eine Dopp-
elsäure zu betrachten, welche die Neigung habe
mit Basen Doppelsalze von *zwei* Säuren und *einer*
Basis zu bilden. Diese Eigenschaft kommt ihr zwar
auch in einem weit höheren Grade zu, als der flus-
spathsäuren Kieselerde; allein ihre ausgezeichnetste

* Aus der Handschrift überfetzt von Dr. F. Wöhler.

Neigung ist so wie die der letzteren, Doppelsalze von einer Säure mit zwei Basen hervorzubringen, - von welchen letzteren die Boraxsäure eine vorstellt. Weiterhin werde ich zeigen, dass es eine Klasse von Salzen dieser Art giebt, die nach den Gesetzen der entsprechenden Kieselsalze gebildet sind.

Ich übergehe hier die Beschreibung der Fluoboraxsäure, da wir sie schon durch die Versuche von Gay-Lussac und Thenard, so wie durch die von John Davy kennen. Ein Umstand ist jedoch diesen Naturforschern entgangen, nämlich, die Zersetzung des Fluoborsäuregases durch Wasser. Wir haben vorher gesehen *), dass das Wasser ein Drittel der Kieselerde aus ihrer gasförmigen Verbindung mit Flußspathsäure abscheidet, was man ohne Schwierigkeit beobachten kann, da die Kieselerde fast unlöslich ist. Dasselbe geht nun mit der Boraxsäure vor, kann aber nicht so leicht bemerkt werden, da sie sich, aus der Verbindung mit Flußspathsäure geschieden, in Wasser aufgelöst erhält. Ich bereitete Fluoborsäuregas aus Flußspath, Boraxsäure und Schwefelsäure, nach der von J. Davy gegebenen Vorschrift, und fing das Gas in Wasser auf. Die Flüssigkeit wurde bald warm, und nach und nach bildete sich in derselben ein Niederschlag, welcher der Kieselerde so ähnlich war, dass ich anfänglich glaubte, er röhre von einem Quarzgehalt des Flußspates her; aber er löste sich in reinem Wasser auf und verhielt sich wie Boraxsäure. Ich ließ hierauf die Flüssigkeit langsam erkalten, wobei eine nicht unbedeutende Menge Boraxsäure in den

*) a. a. O. p. 177.

gewöhnlichen Krystallschuppen anschloss. Durch Verdampfung der Flüssigkeit bei einer sehr gelinden Wärme und darauf erfolgenden Abkühlung, wurde noch mehr Boraxsäure erhalten. Wenn dagegen die Flüssigkeit ohne vorhergegangene Abkühlung verdampft wird, so lässt sich die Säure, ohne dass sie Boraxsäure absetzt, concentriren, und bei höherer Temperatur ohne Rückstand verflüchtigen, zum Beweise, dass bei einem gewissen Grade der Concentration, die Verbindung wiederum gebildet wird, welche vom Wasser zerstetzt ward. Die concentrirte saure Flüssigkeit, welche man durch Sättigung des Wassers mit dem Gase bekommt, enthält ohne Zweifel Flußspathsäure und Boraxsäure in demselben Verhältnisse, nach welchem sie im Gase vereinigt sind, denn im entgegengesetzten Falle hätte man die Abscheidung der Boraxsäure bemerken müssen, wenn diese in der concentrirten Flüssigkeit Statt fand.

Durch direct analytische Versuche die Zusammensetzung der gasförmigen Fluoborsäure auszumachen, so wie die Menge der Boraxsäure zu bestimmen, welche bei Auflösung des Gases in Wasser frei wird, ist unmöglich, und im Allgemeinen würden die Zusammensetzung der Fluoborsäure und die Verhältnisse ihrer Verbindungen mit anderen Körpern zwei der schwersten Probleme für die chemische Analyse geblieben seyn, wenn nicht die Kenntniß der kieselhaltigen Flußspathsäure vorhergegangen, und sie mit dieser in ihren Eigenschaften so analog wäre, dass man durch ganz einfache Versuche an den Tag legen könnte, dass das, was von der kieselhaltigen Fluß-

spatfsäure gilt, mit Ausnahme der Proportionen auch von der Fluoborsäure gelten muss.

Die Affinität der Boraxsäure zur Flusspathsfäure ist grösser als die der Kieselerde, aber dessen ungeachtet kann man die letztere aus flüsspathsfaurer Kieselerde durch Boraxsäure nicht vollkommen abscheiden. Das Gas, welches auf die von J. Davy vorgeschriebene Weise erhalten wird, ist stets mit einem Anteile von flüsspathsfaurer Kieselerde vermischt, denn wenn der Flusspath durch Schwefelsäure zersetzt wird, so verbindet sich die ihm beigemengte Kieselerde früher mit der Flusspathsfäure als die verglaste Boraxsäure. Ich suchte das Gas von der Kieselerde durch Berührung mit krystallisirter Boraxsäure zu befreien; ihr Krystallwasser condensirte viel Gas, aber das Boron, was aus dem nicht verschluckten Gase durch Kalium reduzirt ward, hinterliess bei der Oxydation mit Salpetersäure ungefähr $\frac{1}{2}$ seines Gewichtes an Silicium. Ob das Gas bei seiner Bereitung auf trockenem Wege aus Flusspath- und Boraxsäure vollkommen rein erhalten werden kann, habe ich nicht versucht, aber ich vermuthe, dass alsdann die Kieselerde nicht in dasselbe eingeht. Zu den Versuchen, von welchen ich sogleich reden werde, ward die Säure mit Flusspathsfäure bereitet, die, um sie frei von Kieselerde zu erhalten, über saurem flüsspathsfaurem Kali umdestillirt war, und zu welcher die Boraxsäure so lange in kleinen Portionen zugesetzt ward, als sie sich noch löste, worauf die flüssige Säure von dem Ungleichen abgesoffen ward.

Um die Zusammensetzung der Fluoborsäure zu bestimmen, glaubte ich, dass das flüsspathsfaurer Kie-

alkali oder Natron, durch Boraxsäure zersetzt, mit Leichtigkeit ein positives Resultat geben würde. Als ich deshalb diese Salze mit Boraxsäure digerirte, fand ich, daß zwar Kieselerde abgeschieden wurde, aber weit weniger als das Salz von derselben enthielt, und von dem aufgelösten Theile bekam ich, je nach der Menge der zugesetzten Boraxsäure, so variirende und unbestimmte Verbindungen, daß ich diese Methode bald aufgeben mußte. Ich versuchte darauf die Flusspathsfäure mit einer Auflösung des Boraxes zu vermischen, in der Meinung, es werde vielleicht hiervon die ganze Quantität des Boraxes in dasjenige Salz verwandelt, welches ich zu erhalten hoffte; als indess die Auflösung abgedampft ward, erhielt ich mehrere verschiedene Krystallisationen, von welchen keine weder aus unverändertem Borax bestand, noch so zusammengesetzt war, daß sie beim Schmelzen Fluoborsäure gab und flusspathsaures Natron hinterließ.

Ich nahm nun meine Zuflucht zu einer unmittelbaren Verbindung von Salzbäsen mit Fluoborsäure, aber auch hierbei waren die Resultate so abweichend, daß ich bisweilen in der Flüssigkeit nur Boraxsäure erhielt, nachdem sich die Flusspathsfäure mit der zugesetzten Base niedergeschlagen hatte. Es blieb mir daher nur noch übrig ein unmittelbares Verbinden der flusspathsauren Salze mit Fluoborsäure zu versuchen, und dieses hatte einen glücklichen Erfolg.

Ehe ich indess die Beschreibung der Salze vornehme, die ich auf diese Weise darstellte, muß ich einige Worte über ihre Nomenklatur sagen. Den Namen *Fluoborate* können sie nicht bekommen, aus

aus dem Grunde, welchen ich bei der Kieselerde anführte; die eigentlichen Fluoborate scheinen eine Klasse von Doppelsalzen mit zwei Säuren auszumachen. Ganz folgerechte Namen für Doppelsalze, in denen eine Säure die Rolle der einen Basis spielt, sind nicht leicht zu finden, und ich werde mich daher hier mit der Wahl von solchen begnügen, die leicht verstanden werden. Z. B. nenne ich das Kalisalz: Flusspathsaures Bor-Kali.

Flusspathsaures Bor-Kali. Wird flusspathsaures Kali in eine Auflösung von boraxsaurem Kali oder in die irgend eines andern neutralen Kalisalzes gebracht, so entsteht ein gelatinöser Niederschlag, der dem entsprechenden von kieselhaltiger Flusspathsäure so ähnlich ist, daß man ihn dem Ansehen nach nicht von jenen unterscheiden kann; die Ähnlichkeit geht so weit, daß bei einem gewissen Ueberschus von Säure in der Flüssigkeit, der Niederschlag ein schwaches Farbenspiel hat, gleich dem, was das flusspathsaure Kieselkali zeigt. Auf ein Filtrum genommen, findet man, daß er aus größeren Theilen besteht, und wird die Masse noch feucht gedrückt, so ist ein schwacher Laut hörbar, ähnlich wie bei Haarpuder. Das Salz lässt sich sehr gut auswaschen und ist in kaltem Wasser wenig auflöslich. Nach dem Trocknen wird es weiß, fein und mehlig wie das Kiefersalz. Es hat einen schwachen etwas bitteren, aber nicht im Geringsten sauren Geschmack und röhrt Lackmuspapier nicht. Hundert Theile kalten Wassers lösen 1,42 Theile des Salzes, aber von kochendem Wasser wird es bedeutend mehr aufgelöst und schießt daraus beim Erkalten in kleinen glänzenden Krystallen an; mit

dem Mikroskope betrachtet, scheinen es sechsseitige Prismen zu seyn, die an den Enden mit zwei Flächen zugeschrifft sind, welche Zuschärfungen sich an den meisten Krystallen vergrössern, so daß die Krystalle nach einer Richtung in sechsseitigen Prismen, nach anderen in rhomboëdrischen Umrissen erscheinen. Diese Krystalle enthalten kein Wasser. Sie werden von kochendem Alkohol in geringer Menge aufgelöst und schiessen beim Erkalten grösstentheils aus ihm wieder an. Wird dieses Salz erhitzt, so kommt es kurz vor dem Glühen in Fluss, fängt an zu kochen und löst fluoborfaures Gas aus, welches, wenn das Salz vorher nicht ganz von Wasser befreit war, dieselbe Anhäufung kleiner Tropfen von liquider Säure bildet, wie die flusßpathsaure Kieselerde unter gleichen Umständen. Es erfordert eine lang anhaltende und strenge Hitze um zersetzt zu werden, und widersteht der Zersetzung viel länger als das Kiefelsalz. In einem bedeckten Platintiegel geglüht, setzt es um die Öffnungen an den Kanten des Deckels geschmolzene Boraxsäure ab, die, wie es der Fall mit der Kieselerde beim Glühen des Kiefelsalzes ist, durch das Wasser der Flamme abgeschieden ward. In dem Tiegel bleibt flusßpathsaures Kali zurück, das an der Luft feucht wird, und dabei den Theil des Salzes unaufgelöst hinterläßt, der noch seine Fluoborfsäure behalten hat. Schwefelsäure zersetzt es langsam und erst mit Hülfe der Wärme, anfangs wird Fluoborfsäuregas entwickelt, dann geht concentrirte Fluoborfsäure und Flusßsäure über, und endlich bleibt saures schwefelfaures Kali zurück. Von Salzbäsen wird dagegen dieses Salz nicht zersetzt, und es bietet in sei-

nem Verhalten zu ihnen, durchaus unerwartete Erscheinungen dar. So z. B. löst es sich im kaustischen Ammoniak nicht mehr als im Wasser auf, und wird die Auflösung durch Kochen gesättigt, so scheidet sich der Ueberschuss beim Erkalten unverändert wieder ab, krystallisiert wenn es langsam geschieht, oder fällt als gelatinöses Pulver nieder, wenn man es beschleunigt. Das Ammoniak ist dabei so frei wie vorhin. Enthält das Salz flüssigspathsaurer Kieselkali, so wird dieses unter Abscheidung von Kieselerde zersetzt und man erhält nach dem Erkalten der Flüssigkeit ein kieselfreies flüssigspathsaurer Borkali. Durch Kochen mit kohlensaurem Kali oder Natron wird es ohne Entwicklung von Kohlensäure aufgelöst und schiesst beim Erkalten der Auflösung unverändert aus derselben an; ja selbst das kaustische Kali zerstellt es nicht einmal, denn aus der durch Kochen gesättigten Auflösung schiesst es wieder an. Dieses Verhalten gleicht hinsichtlich der Beständigkeit der Verbindung demjenigen, welches Davy bei der Verbindung von Ammoniak und Chlorphosphor entdeckte.

Flüssigspathsaurer Bor-Natron ist in Wasser leichter auflöslich als saures und neutrales flüssigspathsaurer Natron. Es schiesst bei langsamem Erkalten der Lösung in grossen, klaren, durchsichtigen, rechtwinkligen, vierseitigen Prismen an, welche, wenn sie zu Gruppen verwachsen, so dass die Länge der Prismen nicht bemerkt wird, vollkommen den Würfeln des flüssigspathsauren Natrons gleichen. Dieses Salz hat einen schwach bittern, etwas säuerlichen Geschmack und röhrt stark Lackmuspapier. Es enthält kein Kry stallwasser; wird von Alkohol aufgelöst, aber nicht

in grosser Menge. Es schmilzt vor dem Glühen und die Krystalle behalten dabei ihre Durchsichtigkeit. Bei einer höheren Temperatur wird es zersetzt, giebt Fluoborsäuregas und hinterlässt flusspathsaures Natron; zu einer vollkommenen Zersetzung ist jedoch eine anhaltende Hitze erforderlich.

Flusspathsaures Bor-Lithion aus dem Barytsalz bereitet, das durch schwefelsaures Lithion gefällt ward. Ist in Wasser leicht auflöslich, schmeckt wie das Natronsalz und schiesst während einer langsamem Verdampfung bei +40° in grossen prismatischen Krystallen an, deren Form ich nicht näher untersuchte. Das Salz wird in der Luft feucht und geht in den flüssigen Zustand über, setzt aber kleine rhomboedrische, schwerlösliche Krystalle ab, die ich nicht weiter untersuchte.

Flusspathsaures Bor-Ammoniak. Vermischt man das Kalisalz mit Salmiak und erhitzt das Gemenge in einem Sublimationsgefäß, so wird wenig von dem ersten zerstetzt. Der grösste Theil des Sublates besteht aus Salmiak, gemengt mit flusspathsaurem Kieselammoniak, im Fall das Kalisalz flusspathsaurer Kieselerde enthielt. Zur Darstellung dieses Salzes bedient man sich am Vortheilhaftesten der direkten Zusammensetzung. Vermischt man Boraxsäure mit einer neutralen Auflösung von flusspathsaurem Ammoniak, so wird die Säure sogleich aufgelöst, und *Ammoniak in Freiheit gesetzt*, was sich durch den Geruch zu erkennen giebt. War kein Ueberschuss von Boraxsäure zugefügt, so bekommt man beim Verdampfen flusspathsaures (Bor-) Ammoniak. *Es ist ohne Zwei-*

sel merkwürdig, dass in diesem Falle die Boraxsäure gleich einer Base, Ammoniak zu entbinden vermag; aber so ist die Wirkung zusammengesetzter Affinitäten. Das trockne Salz sublimirt sich unverändert und ohne Rückstand, wenn es nicht einen Ueberschuss von Boraxsäure enthält, der alsdann zurückbleibt. Der Sublimat zeigt keine Spur von Kristallisation und ist auf den der Hitze zunächst liegenden Stellen geschmolzen und durchsichtig. Er löst sich leicht in Wasser auf und giebt beim Verdampfen der Lösung kleine prismatische Krystalle, die mit dem Kalisalze gleiche Gestalt zu haben scheinen, aber längere Prismen bilden. Das Salz schmeckt wie Salmiak, röthet Lackmuspapier und löst sich ziemlich leicht in Alkohol. Wird seine Auflösung mit Ammoniak gesättigt und dem freiwilligen Verdunsten überlassen, so verfliegt das Ammoniak und das beschriebene Salz schiesst an.

Die Salze, welche man erhält, wenn Ammoniakgas von Fluoborjäuregas condensirt wird, und die von Gay-Lussac, so wie später ausführlich von J. Davy studirt wurden, gehören nicht zu dieser Reihe. Ich übergehe sie hier deshalb, und will nur noch erinnern, dass Thenard und Gay-Lussac gefunden haben, dass das von ihnen dargestellte Ammoniaksalz, dem Wasser ausgesetzt und darauf sublimirt, Boraxsäure hinterließ, wodurch sie die Art der Zusammensetzung dieser Säuren bestimmten *). Bei diesem Verfahren ging das Salz von einem wirklichen Fluoborat zu einem fluospathsauren Bor-Ammoniak

*) Recherches physico-chimiques II. 43.

über, aus einem ähnlichen Grunde wie wir es bei dem Fluosilicate gesehen haben.

Fluosphathsaurer Bar-Baryt wird am Leichtesten dadurch erhalten, daß man so lange kleine Portionen von kohlensaurem Baryt in verdünnter Fluoborsäure auflöst, als diese noch ohne Rückstand aufgenommen werden. Setzt man kohlensauren Baryt in Ueberschuss hinzu, so wird das durch die Sättigung der Säure schon gebildete Salz zerstört und es fällt ein schwerlösliches Fluoborat nieder. Wird die Auflösung verdampft, und enthielt sie einen Ueberschuss von Boraxsäure, so schiesst letztere aus derselben zuerst an, und erst später bei einer dünnen Syrups-Consistenz der Lösung, krystallisiert das Barytsalz. Durch Abkühlen der Lösung erhält man dieses in langen Nadeln, durch freiwilliges Verdunsten hingegen in rechtwinklig 4seitigen Prismen, welche nicht selten jene treppenförmigen Vertiefungen der Kochsalzkristalle zeigen. Das Salz reagirt sauer, schmeckt aber nicht so, sondern wie die Barytsalze im Allgemeinen. Bei $+40^{\circ}$ verliert es Krystallwasser und verwittert an der Oberfläche; löst sich jedoch ohne Trübung wieder in Wasser auf.

Von Alkohol wird es zerstört, der ein saures Salz auflöst und ein pulversförmiges zurücklässt, dessen Zusammensetzung ich nicht untersucht habe. Durchs Glühen wird es zerstört, giebt dabei anfangs flüssige, darauf gasförmige Fluoborsäure und hinterlässt flüss-spathsauren Baryt. Sein Gehalt an Krystallwasser ward durch Zusammenschmelzen mit Bleioxyd ausgemittelt, und es fand sich, daß derselbe 10,54 pr. C. betrug, dessen Sauerstoff also zweimal so viel aus-

macht als der der Baryerde, welche im dem Salze befindlich ist.

Flusspathsaure Bor-Kalkeerde. Kohlensaurer Kalk wird von Fluoborsäure aufgelöst, überlässt man aber die Lösung dem freiwilligen Verdunsten, so bekommt man Krystalle von Boraxsäure und einen gelatinösen Niederschlag, der flusspathsaurer Bor-Kalk ist. Man bekommt ihn auch, wenn künstlicher Flusspath mit Fluoborsäure behandelt wird. Verdunstet man die filtrirte saure Auflösung, so setzt sich das Aufgelöste eben so als eine gelatinöse Masse ab. Die Verbindung röhrt Lackmuspapier, schmeckt sauer und wird von Wasser zersetzt, welches ein saureres Salz aufnimmt, gerade wie bei dem entsprechenden Kieselalze.

Flusspathsaure Bor-Talkerde. Ist ein im Wasser leicht auflösliches Salz, das während des Abdampfens in grossen prismatischen Krystallen anschießt; schmeckt bitter, wie die Talkerde salze im Allgemeinen.

Flusspathsaure Bor-Thonerde löst sich nur mittelst eines Ueberschusses an Säure in Wasser; bei langsamem Verdampfen der Flüssigkeit bekommt man es in Krystallen. Wird flusspathsaures Bor-Natron mit salzsaurer Thonerde vermischt, so entsteht ein Niederschlag von Thonerde mit weniger Flusspathsäure und Boraxsäure, während ein anderer Theil in der Flüssigkeit mit Ueberschusse an Fluoborsäure zurückbleibt. Das Gefallte schmilzt beim Glühen und giebt Fluoborsäure nebst Wasser. Der Rückstand scheint boraxsäure Thonerde zu seyn.

Flusspathfaures Bor - Yttererde ist nur bei Überschuss von Säure in Wasser löslich und kann durch Verdampfen dieser Auflösung in Krystallen dargestellt werden.

Die Salze der übrigen Erden habe ich nicht untersucht. Von den der Metalle habe ich nur die Blei-, Kupfer- und Zinkoxydsalze dargestellt.

Flusspathfaures Bor - Bleioxyd wird erhalten, wenn Fluoborsäure so lange mit kohlensaurem Bleioxyde in kleinen Portionen gesättigt wird, bis daß ein Niederschlag entsteht. Die Flüssigkeit wird bei gelinder Wärme bis zur Syrups-Consistenz verdampft und alsdann zum Erkalten hingestellt, worauf das Salz in langen prismatischen Nadeln anschließt. Bei langsamer Verdampfung an freier Luft gelingt die KrySTALLisation außerst schwer; es bilden sich kurze, wie es scheint rechtwinklige vierseitige Prismen oder Tafeln, denen gleich, welche das Barytsalz zeigt. Das Salz schmeckt süß und zusammenziehend, hintennach etwas säuerlich. Vom Wasser wird es zersetzt, welches ein saures Salz auflöst und ein basisches zurückläßt. Eben so wird es vom Alkohol zersetzt. Wenn man es mit Bleioxyd erhitzt, so bekommt man, durchaus so wie bei den Kieselsalzen, eine sehr leicht schmelzbare basische Verbindung, von welcher Wasser ein basisches Bleisalz auflöst, dessen Auflösung durch die Kohlensäure der Luft zersetzt wird.

Flusspathfaures Bor - Zinkoxyd wurde durch Auflösung von Zinkspänen in Fluoborsäure, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft, dargestellt. Als die Gasentwicklung aufhörte, ward die Auflösung verdampft, die endlich eine syrupsdicke Salzmasse gab,

welche nach dem Erkalten gestand und an der Luft zerfloss.

Flusspathysaures Bor - Kupferoxyd erhält man, wenn das Barytsalz mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer gefällt, dann filtrirt und abgedunstet wird. Erst nach dem Eindampfen zur Syrupskonsistenz schießt es an und gesieht darauf zu einer in Nadeln krySTALLisierten Masse von hellblauer Farbe, die sogleich an der Luft feucht wird.

Das Angeführte dient nur dazu die Existenz dieser Art von Salzen an den Tag zu legen. Den Charakter eines jeden einzelnen zu kennen, gehört, obgleich es nicht ohne Interesse ist, dennoch zu dem minder Wichtigen.

Ich komme nun zu der Untersuchung der Zusammensetzung derjenigen Verbindungen, für welche die Kenntniß der Sättigungscapazität der Boraxsäure unentbehrlich ist.

In den chemischen Tabellen habe ich den Sauerstoffgehalt der Boraxsäure zu 74,17 pr. C. angegeben und ihre Sättigungscapacität zu 37,085. Diese Zahlen gründen sich auf eine Analyse des *boraxsauren Ammoniaks* und der *krySTALLisierten wasserhaltigen Boraxsäure*, welche ich in den Afhandling. i Fysik etc. V. p. 444 beschrieben habe. Die Analysen des boraxauren Bleioxydes und der boraxauren Baryerde gaben mir nie übereinstimmende Resultate, weshalb ich bei der angeführten Analyse des Ammoniakes verbleiben zu müssen glaubte. Spätere von L. Gmelin und A. Arfvedson angestellte Analysen ließen mich jedoch die Richtigkeit dieser Bestimmungen bezweifeln, und ich versuchte daher, ein boraxsaures Am-

moniak von der Zusammensetzung wieder darzustellen, wie ich es früher analyfirte hatte. Allein ich erhielt stets andere Resultate, was mich auf die Vermuthung brachte, daß bei meiner ersten Analyse in Aufzeichnung des Gewichtes von dem zur Probe angewandten Salze ein Irrthum begangen worden sey.

Bei der Analyse der natürlichen boraxsauren Talkerde, die Hr. Arfvedson vor einigen Jahren anstelltte *), nahm er eine Untersuchung über die Zusammensetzung verschiedener boraxsauren Salze vor, in der Absicht diesen Gegenstand zu berichtigten; er erhielt aber dabei eine solche Menge variirender Resultate, daß er dieses Unternehmen unvollendet ließ. Er hat die Güte gehabt mich freien Gebrauch von seinen Resultaten, zum Behufe dieser Arbeit, machen zu lassen, welche dadurch anscheinlich verkürzt worden ist, da zu dem, was damals verwickelt schien, jetzt der Leitfaden gefunden ist, und die scheinbaren Anomalien sich mit den chemischen Gesetzen in Uebereinstimmung bringen lassen.

Hr. Arfvedson analysirte das boraxaure Natron (Borax) auf die Weise, daß er das geschmolzene Salz entweder mit feingeriebenem Flusspath oder mit flusspathsaurem Baryt mengte und das Gemenge darauf durch Schwefelsäure zersetzte. Die Boraxsäure entwich mit der Flusspathsäure, und aus der rückständigen Masse ward durch Wasser schwefelsaures Natron ausgezogen, welches nach dem Abdampfen und Glühen, den Gehalt an Natron lieferte. In ei-

*) K. Vetensk. Acad. Handl. 1822. p. 92, daraus in N. Schweigg.
J. VIII. 7.

nem dieser Versuchs fand er 0,508 und in dem andern 0,514 von dem Gewichte des Salzes an Natron; der Verlust ward als Boraxsäure berechnet.

Reine Flusspathsfäure statt der genannten flusspathsauren Salze angewandt, leistet dasselbe und macht überdiess den Versuch viel einfacher; ich zerstetze daher ein gegebenes Gewicht von geschmolzenem Borax in einem gewägten Platintiegel, durch eine Mischung von Flusspathsfäure und Schwefelsäure. 2,654 Grm. geschmolzenen Boraxes gaben auf diese Art 1,855 Grm. an schwefelsaurem Natron. Hienach besteht der Borax aus: Boraxsäure 69,173 und Natron 30,827, welches so nahe mit einem der Versuche des Hrn. Arfvedson übereinstimmt, als man es nur erwarten kann.

Da der Borax viel Wasser enthält, welches er nicht leicht fahren lässt, so schien mir eine genaue Bestimmung dieses Wassergehaltes dem Resultate der Analyse die größtmögliche Schärfe geben zu können. Ich schmelzte daher zuerst den Borax um die organische Materie zu zerstören, mit der er oft verunreinigt ist, und ließ ihn darauf wieder krystallisiren. Nach 24 stündigem Trocknen auf Filtrirpapier, wurden die Krystalle zu Pulver zerrieben, damit sie kein mechanisch eingeschlossenes Wasser behielten, als dann eine Stunde lang der freien Luft ausgesetzt, und nun ein gewägtes Quantum ganz allmählig in einem Platintiegel mit der Vorsicht erhitzt, daß die Masse nicht ins Kochen kam, worauf sie zuletzt mit Leichtigkeit in glühenden Fluss gebracht ward. Ich stellte drei Versuche mit dem nämlichen Pulver an und zwar nach Zwischenzeiten von 6 und 12 Stunden, um aus-

zumittel, in wiefern der Wassergehalt des Salzes durch Verwittern geändert würde. In allen diesen Versuchen wurden von 10 Gramm gepülverten Boraxes 5,29 Grm. an geschmolzenem Salz erhalten. Der Wassergehalt beträgt daher 47,1 pr. C. und das Wasser haltende Salz besteht folglich nach diesen Versuchen aus:

| | | |
|------------|-------|---------------------|
| Boraxsäure | 36,59 | |
| Natron | 16,31 | ; Sauerstoff 4,1715 |
| Wasser | 47,10 | ; - - 41,889 |

Es ist klar, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers hier 10 mal so groß ist als der der Base. Wenn nun was mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, die Menge des Wassers sich mit größerer Genauigkeit bestimmen lässt, als die des Natrons, so wird man die letztere mit um so größerer Sicherheit nach der ersten berechnen können, als aus einem Fehler im Wassergehalt, nur $\frac{1}{5}$ desselben für den Natrongehalt entspringt, und darnach ergibt sich für die Zusammensetzung des krySTALLirten Boraxes:

| | | | | |
|------------|---------|---|---|----------|
| Boraxsäure | 36,5248 | . | . | 100,0000 |
| Natron | 16,3753 | . | . | 44,8336 |
| Wasser | 47,1000 | | | |

Diese 44,8336 Natron enthalten 11,4684 Sauerstoff, welche Zahl die Sättigungscapacität der Boraxsäure in allen mit dem Boraxe proportionalen Salzen bezeichnet. Die Säure muss nun den Sauerstoff in einem gewissen Multiplum von 11,4684 enthalten; das Dreifache dieser Zahl wäre 34,4052 und stimmte mit dem von Gay-Lussac und Thenard gefundenem

Verhältnisse überein, nach welchem die Boraxsäure $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes an Sauerstoff enthalten soll. Die von Davy gefundene Zahl, nämlich 68 pr. C. macht dagegen fast genau das 6 fache der Sättigungscapazität aus.

Hrn. Arfvedsons Versuche die Sättigungscapacität der Boraxsäure für andere Verbindungsstufen zu bestimmen, um dadurch auszumitteln, in welchem Multiplum beim Borax der Sauerstoff der Boraxsäure zu dem des Natrons steht, haben eine Mannichfaltigkeit in den Verbindungsgraden zu erkennen gegeben, welche anfänglich in der That verwirrend war, die aber, wie wir bald sehen werden den besten Beweis über die Zusammensetzung dieser Säure geben.

Hr. Arfvedson hat nicht weniger als drei verschiedene Verbindungsstufen zwischen der Boraxsäure und dem Ammoniak analysirt, und folgende Resultate erhalten:

| | — 1 — | — 2 — | — 3 — |
|------------|----------|-----------|-------|
| Boraxsäure | 64,0 . . | 63,34 . . | 55,95 |
| Ammoniak | 7,9 . . | 12,88 . . | 21,55 |
| Wasser | 28,1 . . | 23,78 . . | 22,50 |

In diesen ist die Boraxsäure mit Quantitäten von Ammoniak verbunden, die in andern Basen nahe den Sauerstoffmengen entsprechen: 5,734; 11,468; 17,202, also wie 1 : 2 : 3. In dem älteren Versuche, welchen ich vorhin anführte, hatte ich gefunden:

| | berechnet | | |
|------------|-----------|---|------|
| Boraxsäure | 37,93 | . | 39,8 |
| Ammoniak | 30,31 | . | 29,4 |
| Wasser | 31,73 | . | 30,8 |

welches sich wieder dem Verhältnisse nähert, nach welchem der Sauerstoff der Base 54,4 ist, d. h. ein Sextuplum des niedrigsten Verbindungsgrades. Ich führe dieses an, obgleich es mir nicht gelang, ein so zusammengesetztes Salz wieder hervorzubringen; denn wenn ich das Salz aus einer Ammoniak in Ueberschuss haltenden Flüssigkeit anschliessen ließ, erhielt ich stets ein Salz von der Zusammensetzung des ersten der angeführten Salze, d. h. ein solches mit dem Minimum des Ammoniakgehaltes. Eben so wenig glückte es Hrn. Arfvedson die beiden andern Salze wieder zu erzeugen; ihre Bildung scheint demnach auf einem Umstand zu beruhen, der noch erst aufgefunden werden muss, und wenn dies gelänge, wäre es vielleicht auch möglich das Salz darzustellen, dessen Analyse ich so eben anführte.

Bei der Analyse der *natürlichen boraxsauren Talererde* fand Hr. Arfvedson die Sättigungscapacität der Säure zu 16,83, d. h. nahe zu 17,2. Im krystallifirten boraxsauren Kali, bereitet aus Boraxsäure und kohlensaurem Kali, betrug die Sättigungscapacität der Säure 5,7, und als wasserfreie Boraxsäure mit einer gewogenen Menge von kohlensaurem Kali zusammengeschmolzt und der Verlust an kohlensaurem Gas bestimmt ward, fanden sich 100 Thl. Boraxsäure mit 139 Thl. Kali verbunden, dessen Sauerstoff 25,51 beträgt. Bei ähnlichen Versuchen mit Natron hatten sich 100 Th. Säure mit 155,5 Th. Natron vereinigt, welches 54,66 Sauerstoff enthält. Diese Versuche gaben also folgende Sättigungscapacitäten:

5.734 in den Biboraten von Kali und Natron,
 11.468 im Borax und im neutralen boraxsauren Ammoniak,
 17.202 im Boracit und im boraxsauren Ammoniak,
 22.93 im basisch boraxsauren Kali,
 34.40 im basisch boraxsauren Natron und Ammoniak.

Vergleichen wir diese Zahlen, so finden wir, dass sie Multipla der niedrigsten sind, mit 2, 3, 4 und 6. Wäre nun der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure 54,4, was mit der Angabe der französischen Chemiker übereinstimmt, so machte das boraxsaure Kali, welches hier die 4te Stelle einnimmt, eine Ausnahme von der Regel, nach der der Sauerstoff des einen Oxydes das Multiplum einer ganzen Zahl von dem Sauerstoffe des anderen Oxydes seyn soll. Dieser Umstand scheint daher zu beweisen, dass die Boraxsäure mehr Sauerstoff enthalten muss.

Es bieten sich zur Bestimmung der Zusammensetzung dieser Säure zwei Wege dar, nämlich die Erforschung des relativen Verhältnisses, in dem sich Boraxsäure und Flussspathsäure mit einander verbinden und die directe Synthese durch Oxydation des Borons.

Zu der ersten schien mir vor Allem die Analyse des flussspathsauren Bor-Kali und des flussspathsauren Bor-Barytes passlich zu seyn. Die grosse äussere Aehnlichkeit des ersten mit dem entsprechenden Kieselsalze, ließ vermuthen, dass die Atomenanzahl in beiden die nämliche sey, d. h. dass die Base mit 3 Atomen Flussspathsäure und einer Quantität von Boraxsäure in Verbindung stehe, deren Sauerstoffmenge doppelt so gross sey, als die der Base.

100 Thl. Barytsalz mit Bleioxyd, bei einer höheren Temperatur zersetzt, verloren 10,5 Th. Wasser; 100 andere Theile desselben Salzes gaben 67,2 Thl. schwefelsauren Baryt, entsprechend 44,10 pr. C. Baryterde.

150 Th. des Kalisalzes, durch Schwefelsäure in einem gewägten Platintiegel zersetzt, hinterliessen 103,8 Thl. an schwefelsaurem Kali, entsprechend 57,417 pr. C. Kali. Nehmen wir nun an, der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure sey 34,4 und der Sauerstoffgehalt der beiden Säuren in der Fluoborsäure unter sich gleich, so folgt, indem sich 3 Atome des neutralen fluisspathsauren Salzes mit 2 Atomen Fluoborsäure verbinden, daß das Barytsalz, mit einem Wassergehalt, dessen Sauerstoff 2 mal so viel beträgt, als der der Base, 44,16 pr. C. Baryterde enthält, und das Kalisalz, ohne Wassergehalt, 57,42 pr. C. Kali. Dies Verhältniß schien mithin vollkommen bestätigt zu seyn.

Als ich darauf versuchte Boron zu oxydiren, bekam ich jedoch, wie ich weiterhin anführen werde, stets einen grösseren Sauerstoffgehalt, und obschon sich der Auschlag niemals gleich blieb, so ging doch sichtlich daraus hervor, daß die Boraxsäure mehr als 34,4 pr. C. Sauerstoff enthalten musste. Man sieht leicht, daß wenn in der Boraxsäure 68,81 pr. C. Sauerstoff vorhanden sind und die angeführten Doppelsalze eine solche Zusammensetzung haben, daß die Fluisspathsäure 4 mal und die Boraxsäure 5 mal so viel Sauerstoff als die Basis enthält, der procentische Gehalt an Basis in beiden Fällen fast durchaus gleich wird. Es ist daher unmögl-

lich, durch Bestimmung der Menge der Basis auszumachen, welcher von diesen Fällen der rechte ist. Ueberdies kann auch nicht die Menge der Flusspathsfäure ausgemittelt werden, denn einmal mit Boraxfärre vereinigt, ist sie auf keine Weise von dieser zu trennen, daß sich die beiden Säuren nach ihrem relativen Gewichte bestimmen ließen. Es blieb daher nur allein die Synthese übrig.

Ich nahm zuvörderst an, daß die flusspathsauren Bor-Salze aus einer gleichen Anzahl von Atomen, wie die entsprechenden Kiefelsalze zusammengesetzt seyn, daß die Boraxfärre 34,5 pr. C. Sauerstoff enthalte und daß dieser Gehalt 5 Atome repräsentire, und wägte darauf nach diesem Verhältnisse trocknes Bicarbonat von Kali und trockne krySTALLisirte Boraxfärre ab, welche letztere nach meinem älteren Versuche eine solche Quantität Wasser enthält, daß deren Sauerstoffmenge zwei Mal so viel beträgt als die, welche in der Boraxfärre angenommen ist. Beide wurden in Wasser aufgelöst, die Auflösung mit Flusspathsfäure vermischt, bis daß sie scharf sauer schmeckte, und nach Absetzung des Doppelsalzes filtrirt und zu einem geringeren Volumen eingedampft. Darauf theilte ich sie in zwei Theile und versetzte den einen mit Fluoboräure, den andern aber mit flusspathsaurem Kali. Der erstere blieb indefs klar, zum Beweise, daß alles Kali in Doppelsalz verwandelt war, und der andere kam durch Bildung von Doppelsalz zum Gestein, zum Beweise, daß er Boraxfärre in Ueberschuss enthielt, und daß das Kali in dem Doppelsalze mit nicht so vieler Boraxfärre verbunden war, als die obige Rechnung voraussetzte.

Ich machte nun, auf Wahrscheinlichkeiten gestützt, von denen ich weiterhin reden werde, die Annahme, es könne die Boraxsäure 5 Atomen Sauerstoff enthalten, oder derselbe 57,4 pr. C. ihres Gewichtes betragen, d. h. das 5fache ihrer Sättigungscapacität im Borax. Aus der bloßen Zusammenrechnung zeigte es sich aber bald, dass kein in diesem Falle mögliches Verhältniss mit der Quantität der Basis übereinstimmte, welche der Versuch lieferte.

Endlich setzte ich voraus, es seyen 68,81 pr. C. Sauerstoff in der Boraxsäure vorhanden, es kämen 6 Atome des ersten auf 1 Atom Boron, und es enthalte in dem Doppelsalze die Boraxsäure 5 mal so viel Sauerstoff als die Base, oder was dasselbe ist, es sey die erste mit 5 mal so viel Flusspathsfäure verbunden als die letztere.

Deshalb wägte ich zu dem Gewichte eines Atomen vom Bicarbonat des Kali = 250,6, eine Quantität von krystallirter Boraxsäure ab, die in der gemachten Voraussetzung einem Atome entsprach, also 154,66, versetzte beide mit Flusspathsfäure und behandelte sie auf die oben genannte Weise. Die durch Verdampfen concentrirte Flüssigkeit ward in 5 Theile getheilt, von welchen ich zwei auf überschüssiges Kali oder Boraxsäure prüfte, ohne indes eine Spur davon entdecken zu können, und den dritten im Wasserbade verdampfte, wodurch er bis auf den letzten Tropfen flusspathsaures Bor-Kali gab. Dies war folglich das richtige Verhältniss.

Aus dem Angeführten geht also sowohl die Zusammensetzung der Boraxsäure als der Fluoborfsäure

und der flüsspathsauren Bor-Salze hervor, und zwar wie folgt:

Die *Boraxsäure* enthält 6 mal so viel Sauerstoff als das Natron, mit dem sie im Boraxe vereinigt ist, d. h. enthält 68,8104 pr. C. Sie kann mit Basen in solchen Verhältnissen verbunden werden, dass ihr Sauerstoff 12, 6, 4, 3, und 2 mal so viel beträgt als der Sauerstoff der Basen, und wenn die zwei ersten Verbindungen diejenigen sind, welche vorzugsweise gebildet werden, so ist mit vielem Grund zu glauben, dass die Boraxsäure 6 Atomen Sauerstoff enthalte und dass die Salze, deren Zusammensetzung mit der des Boraxes proportional ist, *neutrale Borate* seyen. In diesem Falle wiegt ein Atom *Boron* = 271,96 und ein Atom *Boraxsäure* = 871,96, welche letztere das Zeichen *B* bekommt. Die procentische Zusammensetzung der Boraxsäure ist:

| | | | | |
|------------|---------|---|---|--------|
| Boron | 31,1896 | . | . | 100,00 |
| Sauerstoff | 68,8104 | . | . | 220,62 |

Die krystallisirte Boraxsäure enthält nach meinen älteren Versuchen *) 44 pr. C. Wässer, von dem sie die Hälfte verliert, wenn man sie bei einer Temperatur von + 100° verwittern lässt, und die zweite Hälfte wenn sie mit einer andern Basis verbunden wird. Es folgt daraus, dass die Boraxsäure in zwei Verhältnissen mit Wässer vereinigt werden könne, und dass in dem einen das Wässer halbsoviel, in dem andern aber gleichviel Sauerstoff enthalte wie die Boraxsäure.

*) Afhandl. i Fysik etc. V. p. 444 und daraus in Schweigg. J. XXI. p. 315.

Ein Atom krySTALLisirter Boraxsäure wiegt daher 1546,57 und ein Atom verwitterter 1209,27. Die Zeichen beider Verbindungen sind $\overset{\cdots}{B} + 3\overset{\cdots}{Aq}$ und $\overset{\cdots}{B} + 6\overset{\cdots}{Aq}$ und die procentische Zusammensetzung:

| | | | | |
|------------|-------|--------|---------|-------|
| Boraxsäure | 1 At. | = 72,1 | ; 1 At. | 56,38 |
| Wasser | 3 At. | = 27,9 | ; 6 At. | 43,62 |

Die *Fluoborsäure* besteht, wenn man die Flusspathsfäure als eine Sauerstoffsfäure betrachtet, in einem solchen Verhältnisse aus beiden Säuren, dass die Menge des Sauerstoffes in beiden gleich ist, d. h. aus einem Atome Boraxsäure und 3 Atomen Flusspathsfäure. Ihr Zeichen ist $= \overset{\cdots}{B} \overset{\cdots}{F^3}$ und ihre Zusammensetzung nach Procenten:

| | |
|-----------------|--------|
| Flusspathsfäure | 47,942 |
| Boraxsäure | 52,058 |

Wird Fluoborsäuregas von Wasser bis zur verdünnten Auflösung absorbiert (bei der sehr concentrirten scheint das Verhalten anders zu seyn) so wird $\frac{1}{4}$ der Boraxsäure in Freiheit gesetzt, und ist das Wasser nicht hinreichend sie aufgelöst zu behalten, so krySTALLisiert ein Theil derselben aus der Flüssigkeit. Die hiebei sich bildende Verbindung besteht aus einem Atome wasserhaltiger Flusspathsfäure und einem Atome Fluoborsäure, hat folglich das Zeichen $= \overset{\cdots}{Aq^2} \overset{\cdots}{F} + \overset{\cdots}{B} \overset{\cdots}{F^3}$.

Die *flusspathsfären Bor-Salze* werden gebildet, wenn in dieser Verbindung das Wasser durch irgend eine andere Basis ersetzt wird, und sie sind so zusammengesetzt, dass die Basis in ihnen mit 4 mal so

viel Flußspathsäure verbunden ist, als in dem neutralen Salze und mit einer Quantität Boraxsäure, deren Sauerstoff dreimal so viel beträgt als der der Basis. Die Formel für die Zusammensetzung dieser Salze ist, wenn R das Radical bezeichnet: $\ddot{R}F + \ddot{B}F^3$ und $\ddot{R}^2\ddot{F} + 5\ddot{B}\ddot{F}^3$. Beim Vergleichen dieser Formeln mit denen der entsprechenden Kieselverbindungen, findet man leicht, daß die Anzahl der Atome nicht gleich ist, und daß in den Bor-Salzen die Base ein Atom Flußspathsäure mehr aufnimmt, als in den Kieselsalzen.

Es bleibt jetzt nur noch übrig diesen Bestimmungen die letzte Bekräftigung zu geben, die nämlich, das Boron in Säure zu verwandeln und die Quantität des dabei gebunden werdenen Sauerstoffes zu bestimmen.

Zersetzung des Fluoborsäuregases durch Kalium. Fluoborsäuregas, in einem Glasgefäß aus Boraxsäure, Flußspaths- und Schwefelsäure bereitet, wurde 24 Stunden lang der Berührung mit krySTALLisirter Boraxsäure ausgesetzt, um es von flußspathsaurer Kieselerde zu befreien, und dann mit Bleisuperoxyd behandelt um schwefligsaures Gas fortzuschaffen. In dem so gereinigten Gase wurde Kalium erhitzt, auf dieselbe Weise wie in flußspathsaurer Kieselerde. Im Anfange ward es schwarz, bedeckte sich mit einer dicken Kruste, und als diese endlich sprang, entzündete sich das Metall und brannte mit röthlicher Flamme. Die gebrannte Masse entwickelte, mit Wasser behandelt, noch ein wenig Wasserstoffgas und war sehr schwer auszuwaschen. Das auf diese Art erhaltenen

Boron ward im luftleeren Raum durch Erhitzung bis zum anfangenden Glühen getrocknet und darauf 5 Centigrmm. desselben in Salpetersäure gelöst, wobei 2 Centigrmm. Silicium zurückblieben. Die Auflösung hatte eine gelbe Farbe, welche durch einen neuen Zusatz von Salpetersäure und abermaliges Sieden nicht zerstört werden konnte. Verdampft und bis zum Schmelzen der Boraxsäure mit Verhütung des Spritzens erhitzt, wog die Masse 5 Centigrammen, nach welchem Versuch der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure nur 40 pr. C. betragen würde.

Da das auf diese Art erhaltene Boron sehr unrein war, so bereitete ich anderes von geschmolzener und gepülverter Boraxsäure, welche in einem kleinen wohl bedeckten Eisentiegel, der in einem Platintiegel stand, mittelst Kalium bei der Glähitze reducirt ward. Das Boron war auch diesmal schwer auszuwaschen, und dazu kam noch der Umstand, dass es sich in dem Maasse als das Salz von ihm abgeschieden wurde, mit dem Wasser vermischt und durchs Filter ging; es ward zuletzt so viel Boron vom Wasser aufgenommen, dass eine klare gelbe Flüssigkeit durchs Papier lief. Um dieser Auflösung zuvorzukommen, wusch ich das Boron zuerst mit einer Auflösung von Salmiak und darauf mit Alkohol um den Salmiak wegzunehmen. Nach dem Trocknen wurde es im luftleeren Raum erhitzt, um es von Feuchtigkeit völlig zu befreien. In Salpetersäure aufgelöst gab es eine höchst geringe Spur von Silicium, aber die Auflösung wurde gelb, wiewohl weniger gefärbt als vorher. 5 Centigrmm. dieses Borons mit einer Auflösung von salzaurem Golde digerirt, gaben 0,298 Grm. reduzi-

ten Goldes, dem 54,5 pr. C. Sauerstoff in der Boraxsäure entsprechen. 6 Centigrmm. desselben Borons in Salpetersäure aufgelöst, und die Auflösung mit einem bestimmten Gewichte Bleioxyd übersättigt, zur Trockne verdampft und in einem gewägten Platintiegel so lange geglüht, als die Masse noch am Gewichte verlor, gaben 0,142 Grm. Boraxsäure im Bleioxyde, wor-nach die Boraxsäure 57,75 pr. C. Sauerstoff enthalten würde. Da dieses Resultat mit dem des vorigen Ver-suchs nahe übereinstimmt, und nach beiden in der Boraxsäure ungefähr 5 mal so viel Sauerstoff als im Natron vorhanden sind, so ward dadurch die früher erwähnte Meinung veranlaßt, es sey dies die wahre Zusammensetzung der Boraxsäure.

Ich bereitete nun eine neue Portion Boron auf die Art, daß ganz reines flüssspathsfaures Borkali in ei-nem Eisentiegel mit Kalium gemengt und reduzirt ward. Hiedurch erhält man Boron am leichtesten und mit dem geringsten Verlust an Kalium, aber das Produkt ist schwerer auszuwaschen, da es unzersetztes und gebrühtes flüssspathsfaures Borkali enthält, das nur durch ein lang anhaltendes Ausfüllen mit kochender Salmiaklösung weggenommen werden kann. Kauftisches Ammoniak im Wasser vermehrt nicht die Auflöslichkeit des Doppelsalzes und eben so wenig wird es durch Salzsäure leichter löslich. Nach dem Ausglühen dieses Borons in Wasserstoffgas, wobei Feuchtigkeit und Fluoborsäure entweichen, wurde es wiederum mit Wasser ausgewaschen, in welchem es sich jetzt nicht mehr auflöst. Nach völligem Auswa-schen ward es im luftleeren Raume erhitzt, darauf in einen kleinen gewägten Glasapparat gebracht und

in einem Strome von Sauerstoffgas erhitzt. Es verglimmte mit ausgezeichneter Lebhaftigkeit, und eine grüne Flamme schwiebte über der Masse, zum Beweise, dass sich Wasserstoffgas entwickelte. Das dadurch gebildete Wasser wurde in einer mit salzaurem Kalke gefüllten Röhre aufgesangen, wog aber nur 0,003 Grm. Das überschüssige Sauerstoffgas wurde in Kalkwasser geleitet und trübte dieses, zum Zeichen, dass Kohlensäure gebildet worden war. Die Masse hatte um 0,056 Grm. an Gewicht zugenommen, sonst aber ihre Farbe und ihr pulverförmiges Ansehen beibehalten. Mit Wasser ausgezogen blieben 0,017 Grm. Boron ungelöst zurück, so dass sich 0,035 Grm. Boron mit 0,056 Grm. Sauerstoff verbunden hatten und nach diesem also die Boraxsäure 61,5 pr. C. Sauerstoff enthalten würde. Erwägt man nun, dass in dem angewandten Boron sich eine kleine unbestimmte Menge Kohle befand, von welcher beim Verbrennen die Kohlensäure herrührte, so sieht man, dass der Sauerstoffgehalt eigentlich noch grösser ausgefallen wäre. Ich halte es für wahrscheinlicher, dass die gelbe Farbe, welche die Auflösung des Borons in Salpetersäure annimmt, von einem Kohlengehalte des Kaliums herührt, da letzteres, wie ich schon früher anführte *), nach der von mir zu seiner Darstellung angewandten Methode, vielleicht nicht vollkommen frei von Kohle erhalten werden kann, und dass jene gelbe Farbe vom sogenannten künstlichen Gerbestoff entsteht.

Obgleich es nicht möglich zu seyn scheint, das Boron in einem so absolut reinen Zustand darzustel-

*) In diesen Annalen Bd. 77. p. 210. (P.)

len, daß die Zusammensetzung der Boraxsäure dadurch sicherer bestimmt werden könnte, als durch den vorher angeführten indirecten Weg, so halte ich dennoch diese synthetischen Versuche für hinreichend, um mit völliger Gewissheit entscheiden zu können, welche von den zwei möglichen, aus ihren Sättigungscapacitäten abgeleiteten, Zusammensetzungen der Boraxsäure die richtige sey, zumal noch hinzukommt, daß die gefundene Zusammensetzung der Fluoboraxsäure mit keinem anderen Sauerstoffgehalte bei der Boraxsäure übereinstimmt.

Boraxsäure und flussspathsaurer Kieselerde. Es ist bekannt, daß krystallisierte Boraxsäure die gasförmige flussspathsaurer Kieselerde absorbiert, und daß wasserfreie Boraxsäure letztere durchaus unverändert läßt. Ich hielt es für wahrscheinlich, daß eine Verbindung von flussspathsaurer Kieselerde mit flussspathsaurer Boraxsäure bestehen könnte und ließ deshalb gasförmige flussspathsaurer Kieselerde durch eine gewogene Portion krystallisirter Boraxsäure absorbiren, so lange als letztere noch solche aufnahm. Der Sicherheit wegen wurde sie noch 48 Stunden im Gase gelassen, nachdem schon alle Absorption beendet war. 100 Thl. Boraxsäure hatten dabei 129,02 Th. flussspathsaurer Kieselerde eingeflossen.

Die krystallisierte Boraxsäure enthält 56,58 Theile wasserfreier Säure, deren Sauerstoff 38,58 beträgt, und 129,02 Thl. flussspathsaurer Kieselerde enthalten 52,9 Thl. Flussspathsäure, deren Sauerstoff 39,5 ist. Der Ueherschluß auf dieser Seite röhrt daher, daß das Gefäß mit Boraxsäure beim Wägen, vor dem Versuche atmosphärische Luft und nach demselben fluss-

spathsfaures Kieselgas enthält, welches schwerer als die Luft ist. Da der so dargestellte Körper an der Luft nicht rauchte, so erhellt daraus, dass er kein Gemenge von Fluoborsäure mit Kieselerde ist, sondern als eine wirkliche Verbindung betrachtet werden muss, in welcher die Flusspathsfäure zwischen der Boraxsäure und Kieselerde gleichmäßig vertheilt ist. Wasser zersetzt dieselbe und scheidet Kieselerde ab, aber nicht sämmtliche, denn aus der Auflösung fällt Ammoniak eine neue Portion Kieselerde. Wäre diese Auflösung wohl als flüsspathsfäure Bor-Kieselerde zu betrachten? Ich löste die gesättigte Verbindung in Wasser auf, wusch die unaufgelöste Kieselerde so lange, als das durchgehende Wasser sauer reagirte, und glühte sie darauf. Sie wog genau $\frac{1}{3}$ von dem ganzen Quantum der Kieselerde, welches die Boraxsäure aufgenommen hatte, woraus zu folgen scheint, dass sich eine flüsspathsfäure Bor-Kieselerde von analoger Zusammensetzung mit den übrigen Doppelsalzen in der Flüssigkeit aufgelöst habe, welche stark durch Ammoniak gefällt wurde. Doch muss ich hinzufügen, dass die Kieselerde während des Glühens stechende saure Dämpfe ausstieß, was vermuten lässt, dass der Niederschlag gleich dem Aufgelösten ein Doppelsalz, jedoch von andern Verhältnissen gewesen ist.

Es bleibt mir nun noch übrig, zur Prüfung der oben angeführten Zahl mit ihr die Versuche John Davy's über die Verbindungen des Fluoborsäuregases mit Ammoniak zu vergleichen. Er fand nämlich, dass sich erstes mit dem Ein-, Zwei- und Dreifachen seines Volum von dem letzteren verbindet und eigene Doppelsalze hervorbringt. Nach dem specifischen

Gewichte, welches er für das Fluoborsäuregas fand, enthalten 100 Th. desjenigen Salzes, welches durch die Vereinigung gleicher Volumina entsteht:

| | |
|------------------|--------|
| Ammoniak | 19,64 |
| Flusspathsäure | 38,52} |
| Boraxsäure | 41,84} |

Dieser Flusspathsäure - Gehalt beträgt fast genau 3 mal so viel, als erforderlich wird um mit dem Ammoniak ein neutrales Salz zu bilden. Kommt Wasser hinzu, so wird flusspathsaures Bor-Ammoniak und boraxsaures Ammoniak gebildet. Das zweite dieser Salze muss $\frac{1}{2}$ mal die Quantität Flusspathsäure enthalten, welche zur Sättigung des Ammoniaks erforderlich ist, und das dritte enthält dieselbe gerade in dem Verhältnisse, wie das neutrale Ammoniaksalz.

Fluoborate. Mit diesem Namen will ich solche Doppelsalze bezeichnen, in welchen die Boraxsäure und Flusspathsäure mit *einer* Basis verbunden sind. Ich glaube bemerkzt zu haben, dass sie gebildet werden, wenn die vorhergehenden mit der Basis gesättigt werden, und dass sie in mehreren Verhältnissen zwischen Fluat und Borat bestehen können. Ich habe indessen keines von ihnen näher untersucht; denn die Schwierigkeiten ihrer genauen Analysen schienen mir nicht im Verhältnisse mit dem geringeren Interesse zu stehen, das diese Verbindungen *für jetzt* haben.

Darstellung des Boron, und einiger Eigenschaften dieses Körpers.

Ohne Zweifel besteht die leichteste und lohnendste Art Boron zu erhalten darin, dass man durch Kalium die Verbindung der Boraxsäure mit Flusspath-

sture und einem Alkali zersetzt. Die Boraxsäure für sich bekommt man nicht so wasserfrei, daß nicht vieles Wasser, selbst nach langem Schmelzen, zurückbleibe, und sie während der Zerpülverung neue Portionen desselben wieder aufnahme; dies ist die Ursache der heftigen Detonation, womit die Boraxsäure reducirt wird und Theile der Masse aus dem Gefäß geschleudert werden. — Ist dagegen flusspathsaures Borkali hinreichend getrocknet, so entsteht fast kein hörbarer Laut in dem Augenblicke der Reduction, und man kann für jeden Atom Kalium die Menge Boron erhalten, welche es geben muss. Diese Operation hat indes die Unbequemlichkeit, daß das flusspathsaure Borkali, welches unzersetzt bleibt, nur durch ein langwieriges Auswaschen weggeschafft werden kann. Durch Anwendung von Natrium und flusspathsaurem Bornatron möchte dieser Umstand völlig gehoben werden können.

Man hat die Masse, welche nach dem Anfüßen des verbrannten Boron mit Wasser zurückbleibt, als ein Oxyd von Boron betrachtet. Bei der Vergleichung, die ich damit anstellte, habe ich keinen Unterschied finden können. Es ist nicht einmal, wie das auf gleiche Art behandelte Silicium, weniger entzündlich als vorher, und im übrigen Verhalten ist es dem Boron so vollkommen gleich, daß ich Grund genug zur Vermuthung habe, es enthalte keinen Sauerstoff.

Schwefelboron.

Das Boron verbindet sich mit Schwefel, aber nicht, wie man vorher glaubte, durch bloße Zusam-

menschmelzung. Die grünliche Masse, die auf diese Weise erhalten wird, ist bloß ein mechanisches Gemenge, von dem der Schwefel abdestillirt werden kann, ohne daß sich der Boron mit demselben verbindet. Es erfordert, gleichwie mehrere andere Körper, eine Temperatur, die den Kochpunkt des Schwefels weit übersteigt. Wird Boron bis zum vollen Glühen in Schwefelgas erhitzt, so entzündet es sich und brennt. Da wo es die Oberfläche des Glases in dünnen Schichten bedeckt, bildet sich eine weisse undurchsichtige Masse von Schwefelboron; da, wo das Boron mehr angehäuft war, wird die Masse, wie bei der Oxydation, grau oder bleibt dem Aussehen nach fast unverändert, obgleich ein großer Theil vom Boron geschwefelt ist. Unter dem Mikroskope sehen die Kanten der neuen Verbindung geschmolzen und durchsichtig aus; vielleicht durch etwas gebildete Boraxsäure, da die Luft nicht vollkommen ausgeschlossen werden konnte. Wird das Schwefelboron mit Wasser übergossen, so löst es sich mit Heftigkeit auf, es wird Schwefelwasserstoffgas entwickelt, die Flüssigkeit mehr oder weniger stark milchig und enthält Boraxsäure. Aus dem grauen Schwefelboron setzt sich dabei noch unverändertes Boron ab. Verschiedene Umstände geben zu der Vermuthung Anlaß, daß das Boron in mehreren Verhältnissen mit Schwefel verbunden werden kann; denn in einem Versuche, wo ich das im Schwefelgase brennende Boron keinem weiter fortgesetzten Glühen unterwarf, und es also einen Ueberschuss von Schwefel aufnehmen konnte, gab das Schwefelboron bei der Auflösung in Wasser eine vollkommene lac sulphuris. Bei einem andern Versuche,

in welchem die Boron - Verbindung glühend erhalten wurde, während sich das Schwefelgas auf den kälteren Theilen des Apparates condensirte, wurde zwar auch die Auflösung in Wasser etwas trübe von Schwefel, aber es setzte sich keiner ab. Die Trübung schien daher nur von dem Luftgehalte des Wassers herzuröhren. Ich habe nicht das Verhalten des Schwefelborons zu Schwefelmetallen untersucht. Aus dem Angeführten kann man vermuthen, daß sich diese Verbindungen nicht auf nassem Wege würden darstellen können.

C h l o r b o r o n .

Schon Humphry Davy fand, daß Boron auch ohne Anwendung äußerer Wärme sich in Chlor entzünde und darin mit Lebhaftigkeit verbrenne, aber er untersuchte nicht das Produkt der Verbindung. Ich habe in dieser Hinsicht Davy's Angabe bestätigt gefunden; ist aber das Boron recht rein und vorher bis nahe zum Glühen im luftleeren Raume erhitzt worden, so entsteht keine Veränderung eher, als bis das Boron erhitzt wird. Das Produkt der Verbrennung ist *ein neues Gas*, das, in Berührung mit atmosphärischer Luft, so stark wie Fluoborsäuregas raucht. Ich fing es über Quecksilber auf, welches das mitfolgende überschüssige Chlor absorbierte. Dieses Gas ist farblos, und riecht vermöge der Salzsäure, die durch die Feuchtigkeit der Luft gebildet wird, stechend sauer. Es wird schnell, aber nicht augenblicklich vom Wasser verschluckt, und wenn die Quantität des Wassers nicht gross ist, so sieht

man auf dessen Oberfläche sich Boraxsäure absetzen, die wieder aufgelöst wird, wenn man die Flüssigkeit umschüttelt. Es wird auch von Alkohol aufgelöst, der davon denselben Aethergeruch annimmt, als wenn er salzsäures Gas absorbiert hat.

Mit Ammoniakgas gemengt wird es condensirt und ein Salz gebildet, das unverändert sublimirt werden kann, das aber weniger flüchtig als Salmiak ist. Kommt Feuchtigkeit hinzu, so bleibt, nach der Sublimation des Salzes, Boraxsäure zurück. Das Chlor-boron-Gas condensirt das $1\frac{1}{2}$ fache seines Volumens an Ammoniakgas. 25 Volumenthieile des sauren Gases mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, hinterliessen 8,4 Theile. Der Ueberschuss wurde untersucht und als faures Gas befunden. In einem andern Versuche wurden 42,5 Th. faures Gas mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, wonach 26,5 Theile des ersten übrig blieben. 16,5 Th. Chlorboron hatten folglich 25 Theile Ammoniakgas condensirt. — Das Chlor-boron besteht aus

Chlor 90,743

Boron 9,257

Das Boron wird nicht von *Flusßpathsäure* oxydiert oder aufgelöst, wenn man nicht Salpetersäure zusetzt, die es auch ohne Gegenwart der Flusßpathsäure in Boraxsäure verwandelt.

Man hat angegeben, dass Boron auf trocknem Wege von *Alkali* aufgelöst werden solle, und dass es, wenn man Wasser zusetzt, in der Lauge mit gelblicher Farbe aufgelöst werde. Dieses ist unrichtig.

Erhitzt man **Boron** mit *kohlensaurem Alkali*, so detonirt es auf Kosten der Kohlensäure. Wird es mit dem *Hydrat eines feuerfesten Alkali* erhitzt, so wird Wasserstoffgas mit Aufbrausen entwickelt und Boraxsäure gebildet. Setzt man Wasser hinzu, so bleibt der Theil des Borons, der sich noch nicht oxydiren konnte, unaufgelöst zurück. Die Auflösung von Boron in Wasser, welche erhalten wird, wenn man frischbereitetes Boron auswäsch't, entsteht nicht durch Alkali, da dieses mit Säure oder Salmiakwasser weggewaschen werden kann und das Boron sich doch wieder, wenn reines Wasser aufgegossen wird, zu einer gelblichen Flüssigkeit auflöst, welche nach dem Verdampfen auf dem Glase einen an dem Rande gelblichen ins Grüne ziehenden, durchscheinenden Ueberzug zurücklässt, der in dickerer Masse springt, sich leicht ablöst und dann durchaus dem unauflöslichen Boron gleicht. Es löst sich nur zum Theil wieder in Wasser auf. Diese Art von Auflöslichkeit gleicht sehr der von Berlinerblau und einigen andern unauflöslichen Körpern, die von reinem Wasser aufgenommen werden, sich aber daraus wieder durch die meisten Salze fällen lassen. Dies geschieht fast auf gleiche Weise mit *Uran*, wenn uransaures Kali mit Wasserstoffgas bei einer höheren Temperatur behandelt, und die Masse dann in Wasser aufgelöst und filtrirt wird *).

Das Boron hat in den angeführten Verhältnissen so viele Aehnlichkeit mit *Silicium*, dass man zwi-

*) Annal. d. Phys.

schen beiden eine ähnliche Zusammenpaarung wie zwischen *Phosphor* und *Arsenik*; *Schwefel* und *Selenium* machen kann. Es unterscheidet sich indess darin vom Silicium, dass es mit Salpeter bei anfanger Glühhitze mit solcher Heftigkeit detonirt, dass die Explosion beinahe mit der von Schießpulver kann verglichen werden, und verräth dadurch stärkere und bei niederen Wärmegraden thätigere Affinität als das Silicium.

(Die Fortsetzung folgt.)

II.

*Neue Beiträge zur Kenntniß der Feuermeteore und
der herabgefallenen Massen;*

von

E. F. F. C H L A D N I.

V i e r t e L i e f e r u n g. *)

I. Ueber herabgefallene Massen.

Die römische Zeitung: *Notizie del giorno*, 1822, enthält in einer Abhandlung über Altrömische Zeitungen (*acta diurna, acta urbis populique*) gelegentlich die Nachricht aus einer solchen Bekanntmachung, daß III. Calend. Aprilis unter dem Consulat des Aemilius ein Steinregen bei *Vejae* gefallen sey?

Im Jahre 921, in der ersten Indiction, sind in *Narni* viele Steine gefallen, die man für höllisch gehalten hat. Der größte fiel in den Fluss *Narnus*, und war eine Elle hervorragend später noch zu sehen. Aus einer handschriftlichen Chronik in der Fürstlich Chigischen Bibliothek zu Rom vom Mönch *Benedictus de St. Andrea* zu Soracte, der in der Mitte des zehnten Jahrhunderts lebte. Die Nachricht hat Hr. Doctor Pertz in Hannover (Genealogist

*) Die erste Lieferung findet sich in B. 68. St. 4. J. 1821 St. 8, S. 329; die zweite B. 71. St. 4. J. 1822 St. 8, S. 339; und die dritte B. 75. St. 3. J. 1823 St. 11, S. 229.

und Archivar des Guelfenordens) in Rom aufgefunden und mir gefälligst mitgetheilt.

? *Lubienicci theatrum cometum* enthält t. II. p. 226 folgende Nachricht: Anno Domini 1201 cometa apparuit, quem Cardanus accenset iis, ex quibus lapilli quidam sulphurulenti et foetidi deciderunt. Nun habe ich in allen Schriften von Cardanus, die ich habhaft werden konnte, nachgeschen, aber diese Nachricht nicht auffinden können.

Eine ungedruckte *Fortsetzung der Chronik des Martinus Polonus* im Ungarischen Nationalmuseum zu Pesth, deren Verfaßer mit Clemens XI. Tode 1514 schließt, redet von großen bei Aragon gefallenen Steinen, jeder von der Größe eines Fasses, und er will gesehen haben, wie einer, der für den König bestimmt war, auf einen Esel geladen ward. Diese Nachricht verdanke ich auch der gütigen Mittheilung des Hrn. Doctor Pertz in Hannover.

Ungesähr um 1780 (da gesagt wird vor 40 Jahren) sind in Nord-Amerika im Stadtgebiete von *Kinsdale*, in New-England, zwischen West River Mountain und Connecticut, nach einer Explosion an verschiedenen Orten Eisenmassen gefallen, 6 Zoll im Durchmesser, wie geschmolzenes und verschlacktes Eisenerz, einer Schlacke aus Schmiedeöfen ähnlich, so daß man ihnen die Schmelzung ansah. Man schrieb es einem vulkanischen Ausbrüche zu. Auf nahen Bergen hat man ein Leuchten gesehen. (Es mag also wohl trübe Witterung verhindert haben, das Meteor gehörig zu sehen.) *Quarterly Review*, No. LIX. April 1824. Das ist also seit 1751 der erste bekanntgewordene Niederfall von Gediegeneisenmassen.

1818, den 30. März war bei *Zaborzyca* in Volhynien ein Meteorsteinfall, von dem mir nichts weiter bekannt geworden ist, als die Erwähnung und die Analyse von Laugier im *Bulletin de la société philomatique*, Juin 1823. p. 86 und in den *Mém. du Muséum*, 17. Année, t. XVI des Annales, cah. 2. wie auch in diesen *Annalen* B. LXXV. S. 264. Er fand darin Eisenoxyd 45; Kieselerde 41; Magnesia 14,9; Schwefel 4; Thonerde 0,75; Nickel 1; Chrom 0,75; Kalk 2.

1823, den 7. August, zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags, war ein Meteorsteinfall in Nord-Amerika bei *Nobleboro* oder *Nobleborough* in *Maine*. Die erste Nachricht (welche Hr. Doctor Julius in Hamburg mir gefälligst mitgetheilt hat), findet sich in *Silliman's American Journal of science*, Vol. VII. p. 170, wo der Berichterstatter Cleaveland folgendes meldet: Ein Herr Dinsmore, welcher zugegen war, hörte ein Getöse, wie ein Pelotonfeuer, das immer schneller ward. Die Luft war ruhig, und der Himmel klar. Es zeigte sich eine kleine weiße Wolke nahe am Zenith, aus welcher das Getöse kam, (und welche keine eigentliche Wolke, sondern, wie bei andern solchen Meteoren, der durch das Brennen der Masse, und durch den Sonnenschein erleuchtete Rauch und Dampf gewesen ist.) Nach der Explosion schien sich diese Wolke spiralförmig schnell niederwärts zu bewegen, als ob sie auf ihn fallen wollte. Das Getöse war wie ein Wirbelwind in Blättern. In diesem Moment fiel der Stein unter einige Schafe, welche darüber erschraken, aufsprangen, und in das Gehölz liefen. Der Stein war ungefähr 6 Zoll in

die Erde gedrungen, und durch Anstoßen an einen andern Stein in Stücken zerbrochen. Als er eine Stunde nach dem Falle aufgehoben ward, gab er einen starken Schwefelgeruch. Die ganze Masse, ehe sie zerbrach, mochte 4 bis 6 Pfund schwer gewesen seyn. Andere ähnliche Stücke sollen einige Meilen von Nobleboro gefunden worden seyn. In den *Annals of Philosophy*, März 1824, No. 59, p. 236 und im *Philosophical magazine*, LXIII, p. 16—19, wo dieselben Nachrichten mitgetheilt werden, findet sich auch eine Beschreibung und Analyse, von J. W. Webster. Das Aeußere und Innere werden eben so beschrieben, wie sie gewöhnlich an andern Meteorsteinen sind. Spec. Gew. 2,08 (also weit geringer, als bei andern, die bei Alais 1806 gefallenen ausgenommen). Vor dem Löthrohre gab er einen schweflichen Geruch, und ward nicht geschmolzen. Durch den Magnet läßt sich nichts absondern. Durch Hitze wurden mehr als 21 Hunderttheile verflüchtigt. Der gefundene Gehalt war: Schwefel 18,3 (also mehr, als in irgend einem andern ist gefunden worden); Kieselerde 29,5; Thonerde 4,7; Kalkerde eine Spur; Bittererde 24,8; Chrom 4,0 (also mehr, als gewöhnlich in andern); Eisen 14,9; Nickel 2,3; = 98,5. Verlust 1,5. Nun wird in den *Annals of Philosophy*, June 1824, p. 466 in einem Aufsatze von Brayley jun. gesagt, diese Steine wären den bei Contalax in Finnland 1822, bei Jonzac 1819, und bei Juvenas 1821 gefallenen ähnlich. Das ist aber nicht recht wahrscheinlich, und man hat vermutlich den Stein nicht genau genug betrachtet, indem er Nickel enthält, die andern hier erwähnten, welche denen von Stannern

ähnlich sind, aber nicht; wie denn auch die Mengen mancher Bestandtheile von denen bei andern Meteorsteinen so verschieden sind, daß sich schon deshalb bei genauer Betrachtung einige Verschiedenheit im Ansehen zeigen müßt.

1824 war zu Ende des Januar oder Anfang des Februar ein Meteorsteinfall *im Bolognesischen*. Das *Diario di Roma* meldet aus Molinella, in der Legation von Bologna, unter dem 6. Februar: Dieser Tage fielen nahe bei dem Dorfe *Arenazzo* viele Meteorsteine vom Himmel, deren größter 12 Pfund wog. Vor dem Falle dieser Steine hörte man einen ungewöhnlichen Schall mit einem kleinen Windstoß, worüber die Dorfbewohner sehr erschraken. Der oben erwähnte 12 pfündige Meteorstein ward in der Sternwarte zu Bologna aufgestellt. Aus verschiedenen Zeitungen, unter andern der *Allgemeinen Zeitung*, 1824, No. 65. vom 5. März. Die Nachricht in der *medizin. chirurgischen Zeitung*, No. 33. vom 22. April 1824, hat Hr. D. von Schönberg aus Neapel mitgetheilt.

1824, ungefähr im Februar (da die Angaben verschieden sind), fiel ein großer Meteorstein in einiger Entfernung von Irkutsk. Im *Hamburger Correspondenten* vom 24. Mai 1824 wird aus Irkutsk vom 10. März gemeldet: Vor 10 Tagen fiel 50 Werst von hier bei hellem Wetter ein Meteorstein. Die Größte ist wie eine Quadratspanne; die Farbe äußerlich schwarz; unter den innern Bestandtheilen findet sich auch Hornsilber (?). In der *Liste der Börsenhalle* No. 3671 vom 22. Mai 1824 wird aus Petersburg berichtet: Am 12. Februar gegen 2 Uhr nach Mitternacht fand in Irkutsk ein Erdbeben statt etc. (welches mit dem frü-

her geschehenen Meteorsteinsfalle in keiner Verbindung steht). Zehn Tage früher fiel 80 Werste von Irkutsk ein Meteorstein nieder. Dieser viereckige abgerundete Stein hatte fast das Gewicht eines Tschietwerts, ist an Farbe ganz schwarz, in der Mitte aber weiß und kalksteinartig mit Hornsilberadern (?). Eine genauere Angabe des Ortes und der Beschaffenheit des Steines, nebst einer Analyse wird wohl in der Folge in den Schriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu erwarten seyn, oder auch in Schiere's Nordischen Blättern für Chemie. Dass Hornsilber darin enthalten sey, ist nicht eher glaublich, als bis eine genauere Analyse es lehrt.

Von dem bekannten ungefähr um das Jahr 465 vor unserer Zeitrechnung bei *Aegospotamos* in Thräien gefallenen Steine, über welchen ich in meinem Buche S. 176 und 177 mehr gesagt habe, und welcher zur Zeit des Plinius noch dort aufbewahrt wurde, sagt auch Joannes Laurentius Lydus de ostentis (von Hase in Paris 1823 in 8. herausgegeben) S. 24 eben so wie Plinius, der Stein sey noch dort zu sehen. Es wird auch aus *Apulejus* die Nachricht angeführt, dasselbe habe auch bei *Abydos* und *Cyzicus* sich ereignet; der Stein sey noch dort zu sehen, man bemerke daran Wirkungen des Feuers und er sey dem Eisen ganz ähnlich. (Also wahrscheinlich eine Eisenmasse.) In Cyzicus sey die Meinung, die Stadt werde mit dem Steine untergehen. Nun habe ich in allen vorhandenen Schriften von Apulejus nachgesehen, aber nichts davon gefunden. Die Nachricht muss also in einer von seinen verloren gegangenen Schriften enthalten gewesen seyn, wahrscheinlich

in seinen quaestioneis naturalibus. Von dem Stein in Abydos redet auch Plinius (hist. nat. II. 58) und ich habe ihn auch in meinem Buche S. 182 erwähnt; aber von einem Steine in *Cyzicus* ist nichts bekannt gewesen.

Dass bisweilen auch *Kupfer* ein Bestandtheil der Meteorsteine seyn möge, habe ich in meinem Buche über Feuermeteore und herabgefallene Massen S. 47, mit Angebung der Gründe, meines Wissens zuerst gesagt. Es hat sich dieses auch bestätigt, indem Vauquelin und Laugier es in dem bei Juvenas am 15. Juni 1821 gefallenen Steine, nach *Annal. LXXI.* S. 202 und 208, gefunden haben, und letzterer auch in dem bei Lixna, (nicht Lipna) am 12. Jul. 1820 gefallenen, nach dem *Bulletin de la société philomatique*, Juin 1825, *Mém. du Muséum d'hist. nat.* 17. Année, cah. 2. und diesen *Annalen* B. LXXV. S. 266. Wahrscheinlich wird es sich bei genauerer Untersuchung auch in mehrern finden, da es sich in so sehr verschiedenen Steinarten, wie die von Juvenas und von Lixna sind, gefunden hat.

Herr von Hammer hat in der *Steyermärkischen Zeitschrift* H. 1. S. 75. eine Abhandlung geliefert über den Donnerkeil, welchen auf Persischen Münzen der Vogel des Ormuzd in den Klauen hält, und welcher dem Adler des Jupiter analog ist; wahrscheinlich hat dieses Beziehung auf das schon in früheren Zeiten bekanntgewesene Niedergestürzte meteorische Massen. Dieses stimmt auch mit der von Langlès in seiner Ausgabe der *Voyages de Sind-bád*, p. 76 und dem zu folge auch in den *Annales de Chimie* t. IX. p. 476 erwähnten morgenländischen fabelhaften Volkslage über-

ein, dass in der (Rauch und Dampf-) Wolke, aus welcher Meteorsteine fallen, der bekannte Vogel Rock stecke, welcher die Steine in seinen Krallen halte, und dass das Getöse des Meteors von dem Geschrei des Vogels und von dem Schlagen seiner Flügel herrühre. In meinem Buche S. 189 habe ich die wahrscheinlich auf einen Meteorsteinfall bei *Beder* sich beziehenden Stellen des Korans und der Commentatoren desselben hierdurch erläutert.

Viel abentheuerliches findet sich in einem Buche von F. Chabrier: *Dissertation sur le déluge universel, ou introduction sur la géologie de notre planète*, Montpellier, 1823. 8. Er will das Vorhandenfeyn ungeheurer Granitblöcke und anderer großen Geschiebe in den nördlichen und nordwestlichen Gegendens Deutschlands, und überhaupt die Lagerungen der Gebirge durch Niedersfälle von Außen erklären, von Theilen des (höchstwahrscheinlich) zerstörten Planeten zwischen Mars und Jupiter. Nun lässt sich freilich nicht behaupten, dass es so sey; indessen lässt sich die Möglichkeit wohl auch nicht ganz ableugnen, da z. B. der Umstand, dass in Steinkohlenwerken die niederliegenden Baumstämme durch darüber liegende Massen meistens flach und linsenförmig zusammengedrückt sind, und nur die wenigen aufrechtstehenden, welche sich an einer Gränze des Steinkohlenwerkes finden, rund geblieben und in ihrem Innern (das bei solchen Monokotyledonen weich war) mit hineingepressten Schutt ausgefüllt sind, sich würde am leichtesten durch ein Darauffallen der darüber liegenden Massen erklären lassen, wo denn die Wirkung scheint von der S- oder SW-Seite hergekom-

men zu seyn. Wenn nun aber der Verfasser auch die Bevölkerung unsers Erdkörpers mit mancherlei Menschenracen von einem solchen Planeten herleiten will, so ist dieses für unmöglich zu halten, weil alle lebenden Wesen, und besonders die Menschen durch den Stoß bei dem Zerspringen des Planeten, durch das ineinanderschieben und Mengen fester und flüssiger Massen und durch das gewaltfame Herabfallen auf unsren Erdkörper hätten müssen getötet werden, und weil sie auch auf der weiten Reise durch den zu wenige Luft enthaltenden Raum nicht würden haben atmen können. Man kann also füglich den Verfasser in Hinsicht auf niedergefallene Massen für einen Ultra erklären. Uebrigens habe ich die Abhandlung des Herrn Chabrier nicht selbst gelesen, sondern kenne sie nur aus den Mittheilungen in dem *Bulletin des sciences naturelles et de geognosie, par Ferussac*, t. I. p. 1. und in der *Abendzeitung* 1824, No. 245. am 12. October, habe aber nöthig gefunden, hier etwas darüber zu sagen, weil man mich mehrmals gefragt hat, was ich von der Sache halte.

II. Ueber meteorische Gediegeneisenmassen.

In *Columbien* sind verschiedene für meteorisch zu haltende Gediegeneisenmassen gefunden und von den dorthin berufenen Naturforschern Mariano de Rivero und Bouffingault chemisch untersucht werden. In den *Annales de Chemie* t. XXV. p. 438, Avril 1824, findet sich deren *Mémoire sur différentes masses de fer qui ont été trouvées sur la Cordillère orientale des Andes* aus dem Spanischen übersetzt. Der Original-Aufsatz ist zu Bogota gedruckt. Eine Masse

ganz von gediegenen Eisen mit kleinen Höhlungen von unregelmässiger Gestalt, ward gefunden auf dem Hügel von Tocavita $\frac{1}{4}$ Meile ostwärts vom Dorfe, im Jahre 1810. Sie war meistens unter der Erde, und nur eine Spalte von einigen Zollen hatte hervorgeragt. Santa Rosa ist etwa 20 Meilen (lieues) in NO von Bogota, in $5^{\circ} 30'$ Breite, und $75^{\circ} 40'$ westlicher Länge von Paris, und in 2744 Meter Höhe. Die Masse war etwa 8 Jahre lang dort bei der Municipalität aufbewahrt, und hernach diente sie 7 Jahre lang einem Hufschmiede als Amboss. Das Eisen ist ohne glasigen Ueberzug, hämmerbar, von körnigem Gefüge, und lässt sich leicht feilen. Die Schwere ist 7,5. Der Inhalt ist 102 Kubik-Decimeter, das Gewicht also ungefähr 750 Kilogramme. Man fand zugleich umher mehrere kleine Stücke auf demselben Hügel, von denen sie verschiedene mitgenommen haben. Bei chemischer Untersuchung fand sich Eisen 91,41; Nickel 8,59, und kein Mangan oder Kobalt. Auch andere Bruchstücke wurden untersucht. Eins von 681 Grammen, 1810 bei Santa Rosa gefunden, ist hämmerbar, aber schwer zu feilen, hat silberweissen Glanz, feines Korn wie Stahl, schmiedet sich gut, ist aber warmbrüchig. Das Gewicht ist 7,6. An Gehalt fand sich: Eisen 91; Nickel 8,21; und 0,28 in Salpeteräsüre unauflösliche Theile = 99,72. Der unauflösliche Theil ward durch Königswasser schwer angegriffen, und schien aus Nickel, Eisen und Chrom zu bestehen. Ein anderes Bruchstück gab Eisen 91,76; Nickel 6,36 = 98,12, und auch andere zeigten Nickel. Man hat auch im Dorfe Rasgata in der Nähe des Salzwerkes von Zipaquirà solches Eisen gefunden, in $4^{\circ} 57'$ Breite,

und $76^{\circ} 53'$ Länge, und 2650 Meterhöhe. Eine solche Masse von 41 Kilogrammen, die Geronimo Torres besitzt, hat keine Höhlungen; das Gefüge zeigt kleine Facetten; das Eisen ist sehr hart zu feilen, aber hämmерbar, von Silberglanz. Das Gewicht ist 7,6. Es fand sich darin 90,76 Eisen, und 7,87 Nickel, = 98,63. Auch in einer andern, mehr sphärischen, Masse von 22 Kilogrammen, die an derselben Stelle gefunden, und viele Höhlungen enthielt, hämmерbar war, und silberartigen Glanz hatte, fanden sich 7 bis 8 Procent Nickel.

In Polen, nich weit von *Brahin*, im Gouvernement von Minsk, ist im Jahre 1809 Gediegeneisen, dem Pallafischen ähnlich, gefunden worden, welches schon in den *Annalen* B. 68, S. 342, wiewohl sehr unvollständig, erwähnt worden ist. Laugier hat eine Analyse der von dem Professor in Vilna, Horodecky, erhaltenen Stücke im *bulletin de la société philomatique*, Juin 1823, p. 86, wie auch in den *Mémoires du Muséum*, 17 Année, cah. 2 gegeben, welche auch in diesen *Annalen* B. 75, S. 264 mitgetheilt ist. Er unterscheidet zwei Varietäten, eine blauliche und eine weißliche, welche beide Höhlungen enthalten, die mit Olivin oder Peridot ausgefüllt sind. In der bläulichen Varietät fand er Eisen 87,55; Kieselerde 6,50; Nickel 2,50; Magnesia 2,10; Schwefel 1,85; Chrom 0,50 = 100,60; und in der weißen Varietät Eisen 91,5; Kieselerde 3; Nickel 1,5; Magnesia 2; Schwefel 1; von Chrom blos eine Spur = 99,0. Es ist nicht angegeben, ob er das Eisen erst von dem Olivin abgesondert habe, oder nicht; auch

ist keine Nachricht von einer Beobachtung des Niederfallens gegeben.

Das neuſte bekanntgewordene Beispiel, eines wirklich beobachteten Niederfallens von Gediegen-eisenmassen ist das vorher erwähnte bei *Kinsdale* in Nordamerika, ungefähr um das Jahr 1780. Aus der Nachricht läſt ſich nicht urtheilen, ob es derb, oder ob es zellig mit inliegendem Olivin fey.

III. Ueber Feuermeteore.

1761, den 26. Januar um 4 Uhr Morgens, fah man bei *Weiloe* nicht weit von Kopenhagen eine fehr groſſe Feuerkugel; ſie veränderte mehrmals die Farbe, gieng von S nach N, und verschwand nach 2 Minuten ohne Geräusch. Hierauf bemerkte man eine Luftbewegung, die von Manchen für ein Erdbeben gehalten ward. Aus dem Madrider *Mercurio historico y politico*, Febrero 1761, p. 201.

? 1785, am 13. August, um 11 Uhr gegen Mittag, ſcheint nicht durch einen Blitz, ſondern durch ein Feuermeteor von anderer Art in Frankfurt am Main an 2 Orten Feuer entstanden zu feyn, nach einer mir vom Herrn Geheimen Rath^e von Sömmerring gefälligst mitgetheilten Schrift: *Geschichte der außerordentlichen Naturbegebenheit, da am 13. August 1785 durch einen zweifachen Blitz ohne darauf erfolgten Donner die Reichsstadt Frankfurt an zwei verschiedenen Orten angezündet wurde, von J. G. S. Frankfurt zu finden bei C. G. Kämpfe 1785.* Es war ein etwas trüber Tag mit Sonnenschein und Wolken, aber weder Gewitter noch Blitze zu bemerken. Eine Wolke zeigte ſich über der Stadt um 11 Uhr Mittags.

Glaubwürdige Augenzugen sahen einen leuchtenden Klumpen Feuer aus der Luft von NW her, mehr horizontal als senkrecht auf das Haus des Cassetier Overbeck fahren, unweit der Katharinenpforte nach O zu. Ein Theil schien auf die darauf befindliche Weltkugel zu fahren, weißlich von Farbe, und sich von da herunter auf das Belvedere zu wälzen. Der andere Theil nahm seine Richtung nach SO, nach der Töngesgasse zu. Einer verglich es mit einer Sternschnuppe. Bald darauf stand das Overbecksche Haus in Brand, und man verspürte einen stinkenden Dampf, der unausstehlich nach Schwefel roch. Das Feuer knasterte und rumorte nach ihrer Auslage sehr. Bald darauf war auch Feuer in dem Willemorsch'schen Hause auf der Töngesgasse, gegen SO 200 Schritte davon. (In meinem Buche und auch in den Annalen habe ich mehrere Beispiele angeführt, wo durch Feuermeteore sind Häuser angezündet, oder Menschen und Thiere getötet oder beschädigt worden).

Die in meinem Buche S. 157 erwähnte Feuerkugel am 27. Jan. 1814, ist auch zu München und Innspruck gesehen worden. *Bairische Nationalzeitung* 1814, Nr. 19, vom 2. Febr., wo auch Herr Geh. Rath v. Sömmerring diejenigen, welche mehr Nachrichten davon mittheilen könnten, dazu aufgefordert hat.

1819 den 24 Jul., Abends ward zu *Youngstown* am *Ohio* ein großes Feuermeteore gesehen. Der Berichterstatter, in *Silliman's American Journal of sciences*, Mai 1823, t. VI. p. 315, sah es deutlich einige Sekunden vor der Explosion. Ungefähr 3 Minuten nach der gesehenen Explosion ward das Getöse gehört; es

glich dem Absenzen von schwerem Geschütz in der Entfernung von 3 bis 4 englischen Meilen an einem stillen Abende. Die Richtung war ungefähr nach N. Ein anderer Beobachter, 20 engl. Meilen weiter nordwärts, sah auch die Beleuchtung, und hörte das Ge töse noch etwas mehr, als 1 Minute.

Von den, in den *Annalen* B. 75. S. 255, schon von mir weiter erwähnten Meteor, 1819 den 21. (nicht den 19.) November, in Nord-Amerika, finden sich auch Nachrichten in *Silliman's American Journal of sciences* Vol. VI. Mai 1823.

1821, in der Nacht vom 16. zum 17. Mai, um $12\frac{1}{2}$ Uhr, eine in den *Neuen Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde* B. 5. 2. Lief. S. 285, vom Freiherrn von Moll gemeldete Feuerkugel, die ihre Gestalt veränderte, und (so wie mehrere Feuerkugeln) schlängelförmige Bewegungen machte. Die Dauer (die des nachgelassenen zickzakförmigen Schweifes mitgerechnet) wird auf 10 Minuten geschätzt.

Vom dem 1822, den 9. (nicht den 8.) März, bald nach 10 Uhr Abends, in mehreren Gegenden von Nord-Amerika gesehenen grossen Feuermeteore, worüber schon vieles, Amerikanischen Zeitungen zufolge, von mir in diesen *Annalen* B. 75. S. 257—240 ist mitgetheilt worden, finden sich auch Nachrichten in *Silliman's American Journal of sciences and arts*, Vol. VI. Mai 1823, p. 215—225 (welche ich eben so wie die vorigen, meinem sehr gefälligen Freunde, dem Hrn. Doctor Julius in Hamburg verdanke). Die meisten dieser Nachrichten stimmen mit den schon mitgetheilten überein, und sind zum Theil die-

selben; einiges ist aber hier nachzutragen. Auch in Quebec hat man es nach SWV zu gesehen, wie auch in Montreal. James Dean, Professor an der Universität zu Vermont, hat aus den gesammelten Nachrichten die Bahn des Meteors nach der von Bowditch im dritten Theile der Memoirs of the American Academy angewendeten Methode berechnet, und gefunden, daß es anfangs in $45^{\circ} 34'$ Breite und $73^{\circ} 47'$ Länge, 41 Meilen, nach andern Angaben aber 34 engl. Meilen über der Erde erhaben war, und hernach in $42^{\circ} 45'$ Breite und $74^{\circ} 49'$ Länge in einer Höhe von 29 Meilen verschwunden sey. Der absolute Durchmesser war nach den geringsten Angaben $\frac{1}{3}$ Meile: Die Geschwindigkeit muß grösser gewesen seyn als die Geschwindigkeit der Erde in ihrem Laufe, (so wie sie auch bei mehreren Feuerkugeln grösser gewesen ist).

1823, den 24. Januar, eine Feuerkugel zu Gosport gesehen. *Annals of Philosophy*, June 1824, p. 466.

1823, den 2. Mai, in der Nacht, 25 Minuten nach 11 Uhr, sah man zu Embleton bei Alnwick in Northumberland ein Meteor, welches anfangs etwas südlich vom Zenith wie ein Fixstern erschien, und ein glänzendes gelbliches mondähnliches Licht gab. Es ging hernach nordwärts und nahm die Gestalt eines Kometen an; der Schwanz war sehr glänzend und von verschiedenen Farben. Nachdem es durch 16 Grade gegangen war, nahm es wieder die vorige Gestalt an, und ging weiter in gerader Linie. *Monthly magazine* 1825 (IV. 1) p. 471.

1823, den 20. Mai, eine Feuerkugel zu *Ragusa*.
Annals of Philosophy, June 1824, p. 466.

1823, den 25. Mai um 10 Uhr Abends, hat man zu *Kiel* und *Kopenhagen* ein leuchtendes Meteor gesehen; es schien zu Kiel von SO nach NO zu gehen; war 50 Grade hoch, und 10 Sekunden lang sichtbar; liess Funken und einen langen Schweif nach. *Philosophical magazine*, Sept. 1823. p. 258.

1823, den 9. August, eine Feuerkugel zu *Gingen* gesehen, von NO nach SVV gehend. Schübeler, im *Neuen Journal für Chemie von Schweigger, neue Reihe*, B. 11. H. 1. S. 37.

1823, den 12. August, um 9 Uhr 11 Minuten Abends, bei *Tübingen* am südöstlichen Himmel eine kleine Feuerkugel, welche ohne hörbares Geräusch zerplatzte. *Ebendaselbst*.

1823, den 15. August, um 10 Uhr Nachts, wurden dort viele Sternschnuppen gesehen, unter andern eine grosse mit einem Schweife, von NO nach SO gehend. *Ebendaselbst*.

1823, den 9. November, des Morgens um 6 Uhr 45', sah zu *Prag* Hr. Wilhelm von Biela, k. k. Grenadier-Oberleutnant, ein Meteor, nämlich einen etwa 5 Grade langen Streifen, welcher das Sternbild des Mauerquadranten in der Richtung vom Zenith zum Horizont durchlief. Nach dem Verschwinden des Strahles, der etwa eine Sekunde gebraucht hatte um seinen Weg zu durchlaufen, blieb ein matterer, aber immer augensfälliger Streif zurück, der in

seiner Hauptrichtung den Weg des Strahles bezeichnete. In einigen Sekunden zog die Mitte des feurigen Streifs, wo dieselbe einen etwas hellern und breiteren Punkt hatte, langsam links mit dem Horizonte parallel fort, so dass die beiden Enden des im Zusammenhange bleibenden Streifes der Mitte folgten, und sich die Figur < bildete. Nach und nach, wie die Spitze des Pfeiles weiter zog, gingen die beiden Enden näher zusammen, und die Erscheinung verlor an Glanz. Die Sichtbarkeit des Streifes dauerte $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten. *Zweite Beilage zu Schumachers astronomischen Nachrichten*, No. 48. S. 468. Das muss eine in sehr grosser Höhe sich zickzakartig bewegende Masse gewesen seyn, die auf ihrem Wege viele leuchtende Theile nachgelassen hat.

1823, den 13. December, um 3 Uhr Morgens, zu *Belley*, Erderschütterung mit Detonation; man hat den Himmel in Feuer gesehen, ohne bestimmtes Meteor, (vielleicht weil der Himmel trübe seyn mochte, oder weil man nicht gehörig darauf Acht gegeben hatte). *Constitutionnel*, vom 21. December 1813, und *Bulletin des sciences naturelles par Ferussac*, t. I. p. 5.

1824, den 3. Febr., im Görlitzer und Löwenberger Kreise, eine Feuerkugel von S nach N gehend. *Zeitungsnachricht*.

1824, den 1. März, um 9 Uhr Abends, ward zu *Berlin* eine Feuerkugel gesehen, der man ein Licht, wie dem des Bengalischen Feuers zuschrieb. *Bulletin des sciences naturelles par Ferussac*, Avril 1824. p. 244.

Wenn dabei bemerkt wird, dass der Wind eben sowohl wie die Feuerkugel, von SO gekommen sey, so hat eins auf des andere keine Beziehung.

1824, den 17. April, um $10\frac{1}{2}$ Uhr Abends sah man in dem Dorfe *Upper Kinneil* in der Pfarrei von Borrowstowns ein Feuermeteoir; es explodirte mit vielem Glanze, ging nach SO oder SOgS ließ einen Schweif und Funken nach, dauerte etwa 5 Sekunden, und ging ungefähr über den dritten Theil des Himmels. *Philosophical magazine*, Mai 1824, p. 395.

III.

Von den elektromotorischen Erscheinungen, welche durch den Contact der Metalle mit Flüssigkeiten hervorgebracht werden, und von einem Verfahren, mittelst der elektro-magnetischen Wirkungen die Veränderungen zu erkennen, welche gewisse Flüssigkeiten bei Berührung mit der Luft erleiden;

von

Herrn BEGQUERREL *).

In mehreren früheren Auffätszen, in welchen ich die Einwirkung einer Säure auf ein Alkali untersuchte, brachte ich die erste in einen Platinlöffel, der mit einem Ende des Galvanometerdrahtes in Verbindung stand, und tauchte alsdann das Alkali hinein, nachdem es zuvor in Papier gewickelt und zwischen der, am andern Ende des Drahtes befindlichen Platinpinzette befestigt war. Den darauf erfolgenden elektrischen Strom sah ich als bloß durch das Spiel der Verwandtschaften erzeugt an, und schloß, daß während der chemischen Action die Säure positive und das Alkali negative Elektricität annehmen würde. Wir haben hier aber offenbar die elektromotorischen Wirkungen, welche aus dem Contacte des Platins, mit der Säure oder dem Alkali entspringen,

*) nach d. Ann. de Chim. et Phys. T. XXV. 405.

vernachlässigt, und sind darin dem Beispiele Volta's gefolgt, welcher ebenfalls bei der Säule die elektrischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle überging, weil sie durch seine condensirenden Elektroßkope nicht bemerkbar gemacht wurden. Indes ist es durchaus nöthig, bei den elektro-chemischen Erscheinungen, welche uns beschäftigen, auf diese Rückicht zu nehmen, weil man sonst das für einfach betrachtet, was in der That zusammengesetzt ist. In dem folgenden Auffsatze werde ich suchen die störenden Einflüsse zu beseitigen, damit wir es nur mit den elektromotorischen Erscheinungen zu thun haben, welche aus den chemischen Actionen entspringen; für den gegenwärtigen Augenblick soll uns die elektrische Wirkung der Flüssigkeiten auf die festen Körper beschäftigen.

Der Apparat, dessen ich mich bediente um die Elektricität zu sammeln, welche beim Contacte einer Flüssigkeit mit einem festen Körper entwickelt wird, bestand aus jenem höchst empfindlichen condensirenden Elektroßkope, dessen verbesserte Einrichtung man dem Hrn. Prof. Bohnenberger verdankt. Man weiß, daß dieser Apparat 2 trockne Säulen enthält, die in Bezug auf ihre Pole in umgekehrter Stellung vertikal nebeneinander angebracht sind. Die beiden oberen Pole sind durch eine Metallplatte miteinander verbunden, die in ihrer Mitte eine Oeffnung besitzt, und durch diese geht ein Glasrohr, welches dazu bestimmt ist, ein Goldblättchen durchzulassen, dessen oberes Ende mit der untern Platte eines Condensators in Verbindung steht und mit dem anderen Ende zwischen den untern Polen der Säulen hängt. Sobald

das Goldblättchen auch nur eine geringe Menge Elektricität erhalten hat, wird es von dem Pol der trocknen Säule, welcher die entgegengesetzte Elektricität besitzt, angezogen und von dem andern abgestoßen.

Statt der beiden Säulen habe ich *eine* angewandt, die ich in horizontaler Richtung auf einen hölzernen Träger befestigte. An jedem ihrer Pole brachte ich einen Metallstreifen von 7 bis 8 Millimeter Länge, in vertikaler Stellung an, so daß das Goldblättchen zwischen beiden Streifen hing und diesen alle seine Punkte darbieten konnte. Die Wirkung, welche dasselbe erleidet, ist mithin viel beträchtlicher, als wenn es bloß den Endigungen jeder Säule unterworfen ist. Endlich hielten die angewandten Condensatorplatten 9 Zoll im Durchmesser. Die Empfindlichkeit des auf diese Art angeordneten Apparates ist so groß, daß eine mit Tuch geriebene Glasröhre, bei trockener Luft auf 8 bis 10 Fuß Entfernung wirkt, während das Elektroskop des Hrn. Bohnenberger von derselben Glasröhre nur eine Einwirkung auf 3 Fuß Abstand erleidet. Der elektrische Zustand der Hand oder der Haare übt in mehrere Fuß Entfernung einen Einfluß aus, und es ist daher unumgänglich nötig, sich gegen diese Wirkungen sicher zu stellen, wenn man mit so delikaten Untersuchungen beschäftigt ist.

Mit diesem Instrumente versehen, habe ich folgende Versuche gemacht:

Ich stellte eine Messingkapsel auf die obere Platte, füllte sie mit Lösung von festem oder flüchtigen Alkali und setzte letztere dadurch mit dem Erdboden in Verbindung, daß ich einen Finger oder ein feuchtes Goldschlägerblättchen in selbiges tauchte; die untere

Platte stand überdiess mit dem Boden in Leitung. Nach einer Weile ward die obere Platte abgehoben, worauf sich das Goldblättchen zum positiven Pol begabt; folglich hatte die alkalische oder ammoniakalische Lösung, durch ihre Berührung mit dem Metall, positive Elektrizität angenommen, letzteres aber negative.

Als die alkalische Lösung durch Schwefelsäure ersetzt ward, waren die Wirkungen die umgekehrten; die Säure nahm negative und das Metall positive Elektricität an.

Ich habe auch versucht die elektromotorischen Wirkungen der Metalle in ihrem Contact mit Säuren oder Alkalien sichtbar zu machen, z. B. die des Platins. Zu diesem Zweck setzte ich auf die obere Platte des Condensators eine mit einer alkalischen Lösung gefüllte Platinkapsel, berührte darauf einerseits die untere Platte mit einem Platinstreifen und die Flüssigkeit anderseits mit dem Finger. Auf diese Weise wurden die elektromotorischen Wirkungen des Platins auf das Kupfer zerstört, weil sie auf beiden Seiten dieselben waren, und es blieb auf der oberen Platte nur die Elektricität, welche das Platin durch seine Berührung mit der Lösung angenommen hatte. Es ist oft nöthig zwischen dem Kupfer und der Platin einen Papierstreifen zu legen, denn der Apparat ist so empfindlich, dass eine sehr kleine Differenz in dem Zustande der Oberflächen der Metalle die elektromotorische Wirkung leicht abändert. Wenn man so verfährt, so findet man das nämliche Resultat wie oben, d. h. mit einer alkalischen Lösung nimmt das Platin negative Elektricität an, und mit concentrirter

Schwefelsäure positive. Eine Zinkkapsel nimmt negative Elektricität an, wenn sie mit einer Natronlösung gefüllt ist, und positive, wenn sie concentrirte Schwefelsäure enthielt. Wenn die Säure mit Wasser verdünnt ist, so wird keine Elektricität entwickelt.

Das Silber nimmt bei seiner Berührung mit einer alkalischen oder sauren Lösung nur eine sehr geringe Menge Elektricität an.

Im Allgemeinen nehmen bei gegenseitiger Berührung von sauren Flüssigkeiten mit Metallen, die letzteren positive und die ersten negative Elektrizität an; bei alkalischen Flüssigkeiten sind die Wirkungen entgegengesetzt. Ich sage im Allgemeinen, weil es eine große Anzahl von Fällen giebt, worin, wie bei dem Silber, die elektromotorischen Actionen nur höchst unmerklich sind; wo sie aber sichtbar gemacht werden können, da findet man stets die obigen Resultate.

Schon Davy fand, dass die alkalischen oder sauren Substanzen, welche in trockner und fester Form existiren können, sich durch den Contact mit Metallen elektrisiren, wie z. B. völlig trockne Klee- oder Bernsteinsäure negative Elektrizität annehmen, wenn sie in Masse oder in Pulverform auf ein Kupferblech gelegt werden, während dieses positiv wird. Eben so fand dieser berühmte englische Chemiker, dass das Kali und das Natron, wegen der Schwierigkeit, mit der sie vom Wasser zu befreien sind, im Allgemeinen bei der Berührung keine Elektrizität geben, dass sie aber auf kurze Zeit elektrisch werden, wenn man sie zuvor einer starken Glühhitze unterworfen hat. Auch suchte er mittelst sehr empfindlicher Instrumente, dem elektrischen Zustand einer isolirten sauren oder alka-

lischen Lösung zu bestimmen; nach ihrem Contact mit den Metallen waren die elektrischen Resultate Null.

Durch das Vorhergehende haben wir gefunden, daß die elektrischen Zustände, welche Davy beim Contacte einer trocknen Säure oder eines trocknen Alkalis mit einem Metall beobachtete, wo es folglich keine chemische Wirkung gab, auch auf die Fälle eine Ausdehnung finden, wo die Metalle mit sauren oder alkalischen Lösungen in Berührung kommen und also zuweilen der chemische Prozess schon angefangen hat.

In den vorhergehenden Versuchen habe ich von den Elektrizitäten gesprochen, welche eine hinreichende Spannung besitzen um das Spiel der elektrischen Kräfte auf den beiden Condensatorplatten einzuleiten; bei den chemischen Actionen ist diese Spannung jedoch so gering, daß man eines anderen Instrumentes bedarf um die Gegenwart dieser Elektrizitäten darzuthun. Von diesen werde ich in dem folgenden Aufsatz sprechen. Hier ist nur von der Elektricität die Rede, die mittelst eines Condensators gesammelt werden kann.

Nachdem nun der elektrische Zustand der Lösung einer Säure oder Alkali mit *einem* Metall bestimmt war, handelte es sich noch darum, zu untersuchen, was geschehen würde, wenn dieselbe Lösung zwischen 2 verschiedene Metalle gebracht würde. Die Beantwortung dieser Frage ist unumgänglich nöthig, wenn man den Einfluß der Flüssigkeiten bei der Volta'schen Säule in Rechnung ziehen, und erkennen will, ob sie anders als leitende Körper wirken, die

die elektromotorischen Actionen der Metalle von einem zum andern überführen.

Man bediene sich hier wie vorhin einer Kupferschale, setze sie auf die obere Condensatorplatte und fülle sie mit einer stark durch Wasser verdünnten Lösung von Alkali oder Schwefelsäure. Bringt man nun einen Zinkstreifen in die Lösung, ohne jedoch mit diesem das andere Metall zu berühren, legt einen Finger auf die untere Platte, und hebt nach ungefähr 20 Sekunden die obere Platte ab, so begiebt sich das Goldblättchen zum positiven Pol, und folglich hatte die Kupferschale positive Elektrizität angenommen.

Man kann auch den Versuch auf eine umgekehrte Art anstellen, auf die obere Platte eine Zinkkapsel mit einer der beiden Flüssigkeiten gefüllt, stellen; die untere Platte, zur Zerstörung der elektromotorischen Actionen dieses Metalles auf das Kupfer, mit dem Finger berühren und darauf in die Flüssigkeit einen Kupferstreif tauchen, den man mit den Fingern hält. Hebt man nun die obere Platte ab, so sieht man das Goldblatt sich gegen den negativen Pol begeben, und folglich hatte die Zinkkapsel negative Elektrizität angenommen. Man sieht durch diese beiden Versuche, dass wenn Zink und Kupfer durch eine alkalische oder saure Lösung getrennt sind, das Zink *negative* und das Kupfer *positive* Elektrizität annimmt, während beim gegenseitigen Contacte dieser Metalle das Umgekehrte Statt findet.

Ich habe eine grosse Anzahl Versuche über die elektromotorischen Wirkungen der Flüssigkeiten bei ihrer Berührung mit Metallen gemacht, eben so wie

über die, welche entstehen, wenn man eine Flüssigkeit zwischen 2 Metallen anbringt. Die Resultate derselben werde ich in einer andern Arbeit beibringen, die ich über die Rolle, welche die Flüssigkeiten in der Voltaischen Säule spielen, übernommen habe.

Ich habe auch untersucht, was bei Berührung eines Metalles mit einer Salzlösung vor sich geht, und zu diesem Zweck Kupfer und Kochsalzlösung genommen. Erstes ward negativ und die Lösung positiv elektrisch. Dies Resultat zeigt uns, wie nach Hrn. Davy's jüngst gemachter Entdeckung eine Kupferplatte, die mit Zink oder Zinn in Berührung steht, geringere Veränderungen von Seiten des Meerwassers erleidet, als wenn sie von allem elektropositiven Metall entblößt ist; denn da man in der That nicht läugnen kann, daß sich zwei Substanzen im Moment ihrer Verbindung in verschiedenen elektrischen Zuständen befinden, und daß eine gewisse Beziehung zwischen diesen elektrischen Zuständen und den chemischen Actionen Statt findet, wie diese übrigens auch beschaffen seyn mag: so ist es fast gewiss, daß wenn man diese elektrischen Zustände verändert, auch in dem Spiel der Verwandtschaften eine Veränderung bewirkt wird. Da wir nun vorhin gefunden haben, daß die Kupferplatte bei ihrem Contacte mit der Kochsalzlösung negative Elektrizität annimmt, so folgt daraus, daß wenn man dieselbe Platte mit einem elektropositiven Metall in Berührung bringt, das Kupfer sich zwischen zwei Körpern befindet, die ihm dieselbe Art von Elektricität geben, eine Bedingung, welche, wie man weiß, dahin strebt, die elektromotorische Wirkung des Kupfers auf die Salz-

lösung zu vernichten. Mithin sind die Sachen, zu folge der elektrochemischen Theorie, so angeordnet, dass die chemische Einwirkung des Kochsalzes auf das Kupfer geschwächt wird.

Ich beschließe diesen Auffatz mit der Anzeige eines Verfahrens, wodurch man mittelst der Elektricität die Veränderungen erkennen kann, welche gewisse Lösungen bei Berührung mit der atmosphärischen Luft erfahren.

Gesetzt, man habe Eisen in Salpetersäure gelöst, und die Flüssigkeit filtrirt; taucht man nur zwei Platinstreifen hinein, welche mit den Enden des Galvanometerdrahtes in Verbindung stehen, lässt einen derselben in der Flüssigkeit, zieht aber den andern heraus und taucht ihn von Neuem ein, so erzeugt sich ein elektrischer Strom, der von dem zuletzt eingetauchten Streifen zu dem andern übergeht, d. h. der letztere wird negative Elektricität annehmen. Verfährt man umgekehrt, so hat auch der Strom entgegengesetzte Richtung. Im Allgemeinen wird der aus der Flüssigkeit herausgezogene und wieder hineingetauchte Streifen positive Elektricität bekommen.

Lösungen von salpetersaurem Kupfer oder Blei geben ähnliche Resultate, besitzen aber diese Eigenschaft nicht bleibend, sondern verlieren sie allmählig, und nach Verlauf von einigen Stunden ist sie ganz unmerklich geworden.

Frisch bereitetes salpetersaures Zink zeigt nichts diesem Aehnliches.

Man kann wohl voraussetzen, dass die so eben beschriebenen Erscheinungen von den Veränderun-

gen erzeugt werden, welche die den Streifen benetzende Flüssigkeit bei Berührung mit der Luft erleidet, und um sich hievon zu vergewissern, muß man zeigen, daß sie nicht statt finden, wenn das umgebende Mittel aus Hydrogengas besteht. Ich nahm ein Glasrohr von 6 Millimeter Durchmesser, verschloß eins seiner Enden mit einem Korkstöpfel, und steckte durch diesen einen Draht, der sich in einem Platinstreifen endigte; hierauf füllte ich das Rohr mit Wasserstoffgas und tauchte es in die salpetersaure Lösung. Der Platinstreifen war so angebracht, daß er die Flüssigkeit nicht mehr berührte wenn das Rohr ein wenig aus der Lösung herausgezogen ward. Durch dieses Verfahren habe ich erkannt, daß wenn, mit Auschluß der atmosphärischen Luft, alle Umstände dieselben waren wie vorhin, keine Strömungen statt finden. *

Es ist also bewiesen, daß zur Erzeugung der elektrischen Strömungen, welche bei dem obigen Eintauchen der Platinstreifen in frisch bereitete salpetersaure Lösungen stattfinden, die Berührung mit atmosphärischer Luft wesentlich ist; aber welche augenblickliche Veränderung erleidet die Flüssigkeit, die an dem herausgezogenen Platinstreifen haften bleibt? Bis zu einem gewissen Punkt kann man hievon Rechenschaft ablegen. Die Lösungen der Metalle in Salpetersäure geben zu verschiedenen Verbindungen Anlaß. Beim Eisen z. B. bilden sich Salpetergas, salpetrige Säure, salpeterfaures Oxydul- und Oxyd-Salz; bald darauf geht das Salpetergas in salpetrige Säure über, und das salpetersaure Oxydul wird zu salpeterfaurem Oxyd, so daß nach Verlauf einiger

Zeit nur allein das letztere in der Flüssigkeit vorhanden ist. zieht man nun den Platinstreif aus der Flüssigkeit, so wird die Schicht, welche den ersten folgt, vermöge ihrer geringen Dicke augenblicklich durch die Luft die Veränderungen erleiden, welche in der übrigen Masse der Lösung erst nach mehreren Stunden eintreten. Es folgt daraus dass man bei einer abermaligen Eintauchung des Streifens, zwei Flüssigkeiten in Berührung bringt, die nicht genau dieselben Bestandtheile enthalten, und folglich widerersetzt sich nichts der Erzeugung eines elektrischen Stromes.

Auf der andern Seite gibt die Lösung des Zinkes in Salpetersäure, bei wiederholter Eintauchung des Platinstreifens, zu keinem Strome Gelegenheit, obgleich sie Salpetergas und salpetrig saures Gas einschließt; es ist aber wahrscheinlich, dass dieser Umstand daher röhrt, dass das Zink nur eine einzige Oxydationsstufe besitzt und seine salpetersaure Lösung also keine Veränderung an der Luft erleiden kann.

^{*)} Man vergleiche damit die analogen Versuche des Hrn. Ritter v. Yelin Bd. 73. S. 365 u. folg. (P.)

IV.

Ueber die Elektricitätsentwickelung bei chemischen Actionen und über die Vertheilung der Elektricität in der Voltaischen Säule bei Berücksichtigung der elektromotorischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle;

von

Herrn BECQUEREL *).

In einem früheren der Akademie überlieferten Aufsatze habe ich gezeigt, dass der größte Theil der elektromagnetischen Erscheinungen, welche ich bei den verschiedenen chemischen Actionen beobachtete, nicht allein von dem Spiel der Verwandtschaften erzeugt wurde, sondern auch von andern Ursachen, namentlich von den elektromotorischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf das angewandte Platingefäß. Jetzt da die verschiedenen störenden Einflüsse bekannt sind, werde ich suchen sie zu entfernen, damit wir es nur mit dem aus der Molekularattraktion entspringenden elektrischen Erscheinungen zu thun haben. Die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien sollen uns zunächst beschäftigen.

Man nehme 2 gleiche Porzellanschalen, bringe eine alkalische Lösung in die eine, und eine Säure in die andere und verbinde daran beide mit einem Platinstreifen. Taucht man nun in jede Schale, eins der

*) nach d. Ann. d. Ch. et Ph. XXVI. 176.

in Platin auslaufenden Enden des Galvanometers (des um die Boussole, parallel mit der Magnetnadel, mehrfach umschlungenen, übersponnenen Metalldrahtes) so wird man keine elektromagnetische Effekte gewahr werden, weil alle elektromotorische Einwirkungen der beiden Flüssigkeiten auf das Platin gegenseitig gehoben sind. Legt man nun auf den intermediären Platinstreifen einen Amianthdocht, so hat man augenblicklich einen elektrischen Strom, in welchen die positive Elektrizität vom Alkali, die negative aber von der Säure ausgeht und dieser ist allein von der Einwirkung der Säure auf das Alkali entstanden.

Will man beobachten was bei der chemischen Einwirkung einer Säure auf ein Metall vor sich geht, unabhängig von aller elektromotorischen Aktion, so verfare man folgendermassen. Ein Goldblatt eingewickelt in einen Streifen Josephpapiers und befestigt zwischen der Platinpincette, welche an einem Ende des Galvanometers angebracht ist, tauche man in eine mit Salpetersäure gefüllte PlatinSchale, und bringe das andere Ende des ebenfalls aus Platin bestehenden Drahtes mit der Säure in Berührung. Die elektrischen Erscheinungen werden Null seyn. Fügt man aber nur einen einzigen Tropfen Salzsäure hinzu, so wird in demselben Augenblicke das Gold angegriffen und die Magnetnadel abgelenkt. Die Richtung derselben zeigt, daß wie vorhin die Säure positive und das Gold negative Elektricität angenommen hat, und da diese Wirkung durch einen einzigen Tropfen Salzsäure in der Salpetersäure erzeugt ward, so ist es bewiesen, daß die chemische Aktion die einzige Ursache des Stromes war.

Kupfer - oder Zinkstreifen statt des Goldblattes, bewirken ähnliche Resultate ohne dass es nöthig ist Salzsäure hinzuzufügen. Ich muss jedoch bemerken dass der elektrische Strom oft seine Richtung ändert, ohne dass man davon den Grund angeben kann, aber ungeachtet dieser Anomalie, sieht man dass im Allgemeinen bei der Einwirkung einer Säure auf ein Alkali oder Metall, erstere sich der positiven Elektricität bemächtigt *). Wenn man über das nachdenkt, was bei der Einwirkung einer Säure auf ein Metall vor sich geht, so sieht man dass dabei eine grosse Anzahl chemischer Erscheinungen statt haben, und dass der beobachtete elektrische Strom gewissermassen nur die Resultante aller elektrischen Wirkungen ist, die sich im Moment der Erscheinung erzeugen; man darf sich deshalb nicht wundern bei dem elektrischen Strome oft Anomalien anzutreffen. Will man die Einwirkungen einer Säure auf ein Metall beobachten, so muss man Sorge tragen, denjenigen Platinstreifen, welcher die Elektricität der Säure erhält, mit Josephspapier zu umwickeln, weil vor allem wenn man Zink anwendet es sich ereignet, dass einige losgerissene Oxyd- oder Metalltheilchen das Platin treffen und darauf eine elektromotorische Wirkung ausüben, welche die Richtung des elektrischen Stromes ändert. Diese Vorsicht hebt eine grosse Anzahl der Anomalien, von denen so eben die Rede war.

*) Dass die Erscheinungen auch durch den Wassergehalt der sauren oder alkalischen Lösung bedingt werden, ist ebenfalls nicht zu übersehen; bei einer gewissen Concentration derselben, findet keine Ablenkung der Nadel statt. P.

Es handelt sich jetzt darum die wichtige Frage zu untersuchen, ob die während der chemischen Wirkung erzeugte Wärme nicht die Ursache der elektrischen Erscheinungen sey, welche wir dem Spiel der Verwandtschaften beigelegt haben.

Ohne die Erscheinungen der Molekularattraction erschöpfend einzusehen, können wir jedoch zeigen, dass mindestens die Temperaturerhebung nicht die Hauptursache derselben ist und es giebt hierzu zwei Wege, nämlich 1) die entwickelte Wärme fortzuschaffen und 2) zu beweisen, dass Temperaturflöhungen zu elektromagnetischen Erscheinungen Anlass geben, die den beobachteten entgegengesetzt sind.

Um die durch die chemische Wirkung erzeugte Wärme zu entfernen, wende man statt des Kupferstreifens, einen hohlen Cylinder desselben Metalles an und fülle ihm mit Eis oder mit einer leicht in Fluss gerathenden festen ölichen Substanz. Die entwickelte Wärme wird dann zur Schmelzung dieser Körper verwandt und die Temperatur bleibt constant.

Zum Beweise des zweiten Satzes, befestige man einen Platinlöffel an das eine Ende des Galvanometers, gieße eine alkalische Lösung in denselben und tauche darauf das andere ebenfalls aus Platin bestehende Ende des Drahtes hinein. Es wird sich im Allgemeinen kein elektrischer Strom erzeugen. Erhitzt man nun den Platinlöffel durch eine Lampe, so wird sogleich ein Strom entstehen, und die positive Elektricität von der erhitzten, die negative von der andern Seite geliefert werden. Lässt man nun Salpetersäure auf einen Kupferstreifen wirken, so ist es klar

dass während des chemischen Prozesses, dieses sich schneller erhitzt, als die Säure, weil im Allgemeinen die Metalle bessere Wärmeleiter sind, als die Flüssigkeiten und dem zufolge müsste, wenn die Wärme den Strom erzeugte, die positive Elektricität von dem Kupfer ausgehen. Die Erfahrung zeigt aber das Gegentheil und dadurch ist es bewiesen, dass die beobachteten elektrischen Erscheinungen nicht alleinig von der Temperaturdifferenz erzeugt werden.

Bis jetzt war nur von den elektrischen Strömen die Rede, es handelt sich nun darum zu untersuchen, ob nicht, mittelst der grossen Empfindlichkeit des im vorigen Aufsatz beschriebenen condensirenden Elektroskopes, Spuren von elektrischer Spannung während der Einwirkung einer Säure auf ein Metall aufgefunden werden können. Man setze daher auf die obere Platte des Condensators eine Kupferschale, gieße etwas Salpeterfäure hinein, und tauche nun in die Säure einen Blattgoldstreifen, während man die untere Platte mit dem Finger berührt. Das Goldblättchen bleibt aber nach Aufhebung der obren Platte unverrückt an seinem Orte, und folglich war die bei dem chemischen Proesse entwickelte Elektrizität nicht fähig durch den Condensator angehäuft zu werden. Dasselbe findet bei der Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure auf Zink und im Allgemeinen bei jeder Einwirkung einer Säure auf ein Metall Statt.

Mittelst des Galvanometers haben wir gesehen, dass unter übrigens gleichen Umständen, die Säure positive und das Alkali oder Metall negative Elektricität annimmt, während wenn keine chemische Ac-

tionen Statt haben, das condensirende Elektroskop eine negative Elektricität an den Säuren und eine positive an den Alkalien zeigt, diese merkwürdige Differenz zwischen den elektrischen Erscheinungen der Berührung und den der chmischen Actionen, war, ehe sie durch Versuche bestätigt ward, von Hrn. Ampère vorhergesagt und schon vor 3 Jahren auf eine sinnreiche Art erklärt. In einem an Hrn. van Beek gerichteten Briefe (Journal de Physiq. Oct. 21.) stellt er nämlich auf, dass die Moleküle der Körper in einem beständigen von ihrer Natur abhangenden elektrischen Zustand befindlich sind; ein Oxygenpartikelchen ist so z. B. beständig electronegativ, zerlegt das ihm umgebende neutrale Fluidum und zieht die positive Elektricität an, während es die negative Elektricität abstößt. Dadurch bildet es um sich eine Atmosphäre, die die Wirkungen versteckt, welche die eigene negative Elektrizität des Partikels nach außen erzeugen würde, gleichwie eine Leidner Flasche, die innerlich negativ geladen ist und deren äußere Belebung mit dem Boden in Verbindung steht.

Ein Hydrogenpartikelchen besitzt eben so, obgleich es beständig positiv ist, eine Hülle von negativer Elektricität, und dies gilt von allen Körpern. Die, welche eine saure Tendenz haben, sind im Fall des Oxygens, die von einer alkalischen Natur im Fall des Hydrogens. Kommen nun zwei Metalle mit einander in Berührung, so wird, da wegen der verschiedenen Natur derselben das elektrische Fluidum, welches die Partikelchen eines jeden umgibt, aus positiver und negativer Elektricität in verschiedenen Verhältnissen besteht, das Fluidum, welches die Atmo-

sphären der Theilchen eines der Metalle bildet, da hin streben, sich zum Theil mit dem Fluidum des anderen Metalles zu verbinden und diese Atmosphären theilweise vernichten, wodurch alsdann die dem Partikelchen eigene Elektrizität aufhört gebunden zu seyn und sie ihre Wirkungen nach außen zeigen kann.

Gesetzt, es wären Zink und Kupfer mit den Enden des Galvanometerdrahtes durch Vermittlung eines zwischen ihnen befindlichen Körpers, dessen elektromotorische Action vernachlässigt werden kann, verbunden, so wird das Kupfer, welches im negativen Zustand ist, die positive Elektricität des Drahtes anziehen, und die negative abstoßen, welche gegentheils vom Zinke angezogen wird. Hiedurch ist das neutrale Fluidum des Drahtes zerlegt und seine Elemente bilden um die Partikelchen des Zinkes und Kupfers Atmosphären, ähnlich denjenigen, welche die Partikel vor ihrer gegenseitigen Berührung befassen. Dauert aber der Contact fort, so zerstören sie sich von Nenem und es findet ein beständiger Strom Statt, welcher vom Zink zum Kupfer übergeht.

Wird das Kupfer durch eine saure und das Zink durch eine alkalische Substanz ersetzt, so werden, da die relativen elektrischen Zustände dieselben sind, auch die Wirkungen die nämlichen bleiben, wenn nur Säure und Alkali im Contacte verharren, ohne sich miteinander zu verbinden. Vereinigen sich aber die sauren und alkalischen Theilchen, so werden, da in dem erfolgenden Neutralsalze die jeden eigenthümliche Elektricität durch die der andern gebunden ist,

die Theilchen des Neutralzalzes keiner elektrischen Atmosphären mehr bedürfen und die sauren und alkalischen Theile lassen demnach die sie umgebenden Elektricitäten entweichen. Ein Theil der letzteren findet seine Wiedervereinigung in der Flüssigkeit; ein anderer aber folgt dem Galvanometerdraht, falls die Säuren und Alkalien mit diesem in Verbindung stehen, und zwar geht die positive Elektricität der Atmosphäre der Säuretheile von dem Ende des Drahtes aus, der mit der Säure in Verbindung steht, und die negative Elektricität, welche die Theile des Alkali umgab, in entgegengesetzter Richtung vom Alkali zur Säure. Daraus entsteht ein elektrischer Strom, der der umgekehrte von dem ist, welchen man beim bloßen Contacte wahrnimmt.

Wir haben hier die Theorie des Hrn. Ampère etwas ins Einzelne entwickelt, weil sie bis jetzt auf eine genügende Art die elektromagnetischen Erscheinungen erklärt, welche man bei den verschiedenen Molekulattraktionen beobachtet. Dessen ungeachtet darf man nicht verleihen, dass sie auch Einwürfen ausgesetzt ist, denn wie lässt sich durch sie das Verhalten einer aus zwei Partikeln bestehenden Verbindung, deren eins positiv und das andere negativ ist, in Bezug auf ein drittes erklären? Aber dennoch kann sie zur Beantwortung der Frage dienen: ob bei Vereinigung der Lösungen zweier fester Substanzen, eine bloße Mengung oder wirkliche Mischung stattfindet. Im Fall dass ein bloßes Gemenge entsteht, werden nämlich die Substanzen dieselben Elektricitäten wie im festen Zustande zeigen, was man erkennt, wenn

man die beiden Lösungen mittelst eines Dochtes von Amianth in Berührung bringt; bei einer chemischen Mischung ist aber der Erfolg der umgekehrte. Als Beispiel können wir hier Citronensäure und Salmiak, Citronensäure und Kochsalz etc. anführen, die unter beiden der genannten Umstände dieselben elektrischen Erscheinungen zeigen, und da sie keine chemische Verbindungen bilden, dem Obigen zum directesten Beweise dienen. Unglücklicherweise ist die Zahl der Körper, welche man diesen Versuchen unterwerfen kann, sehr gering, indem die meisten chemischen Verbindungen schlechte Leiter der Elektrizität sind und kaum wahrnehmbare elektromotorische Einwirkungen auf einander ausüben.

Ueber die Vertheilung der Elektricität in der Volta'schen Säule,
wenn man Rücksicht nimmt auf die elektro-motorischen Wirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle.

Man weiß, dass Volta die elektro-motorischen Wirkungen der flüssigen Leiter auf die Metalle vernachlässigte, weil er sie nicht bestimmen konnte; da wir indes ein Mittel gefunden haben sie bemerklich zu machen, so müssen wir auch suchen sie mit den übrigen elektrischen Erscheinungen zu verbinden.

Wir zeigten vorhin, dass wenn man eine Kupferschale mit sehr verdünnter Schwefelsäure füllt, und einen Zinkstreifen mit der Vorsicht hineintaucht, dass sich beide Metalle nicht berühren, das Gefäß als dann positive und der Zinkstreifen negative Elektricität annimmt, während das Umgekehrte stattfindet wenn das Gefäß eine alkalische Lösung enthält. Dieses Resultat zeigt, dass die Hauptentdeckung Volta's, nach

welcher an einer ganz aus Metall erbauten Säule die Spannungen beider Enden eben so sind, als wenn sie in unmittelbarer Berührung ständen, nicht auf den Fall anwendbar ist, wo eine flüssige Säure oder Alkali sich zwischen beiden Metallen befindet, denn das Zink würde positive und das Kupfer negative Elektricität annehmen müssen, während gerade das Gegentheil stattfindet.

Man stelle nun durch $+\delta$ und $-\delta$ die elektrischen Zustände des Kupfers und Zinkes dar, wenn diese Metalle durch eine saure Lösung getrennt sind und durch $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ die Elektritätsgrößen, welche sie durch Berührung annehmen, und lege auf das Zink eine Kupferscheibe. Diese wird außer dem $-\frac{1}{2}$ was sie vom Zink erhält, auch mit ihm die Elektricität $-\delta$ theilen, welche sie zuvor besaß, und überdiess wird die Flüssigkeit als leitender Körper auch der ersten Kupferscheibe die $+\frac{1}{2}$ Elektricität des Zinkes zuführen, so dass die elektrischen Zustände seyn werden :

untere Kupferscheibe ; Flüssigkeit ; Zink ; obere Kupferscheibe
 $+ \frac{1}{2} + \delta$ - $+ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \delta$ $- \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \delta$

fügt man eine zweite Lage von Flüssigkeit und Zink hinzu, so ergiebt sich:

unt. Kupf. ; Flüssigk. ; Zink ; Kupf. ; Flüssigk. ; Zink
 $+ \frac{1}{2} + \delta$ - $+ \frac{1}{2}$ $- \frac{1}{2}$ - $- \frac{1}{2} - \delta$

und so fort. In dieser Vertheilung sind wir der von Volta angegebenen Regel gefolgt, und wenn gleich sich die Spannungen nicht messen lassen, so kann man

doch mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Sachen wirklich so vor sich gehen. Es ist demnach gewiss, daß die elektromotorischen Wirkungen der leitenden Flüssigkeiten auf die Metalle der Voltaischen Säule, die elektrischen Spannungen ihrer verschiedenen Elemente zu vermehren streben.

Für den Einfluß der chemischen Wirkung auf die Ladung der Säule, oder besser auf die Schnelligkeit des beim Schließen derselben erregten Stromes haben wir noch nicht Thatsachen genug um die Frage zu beantworten; wir haben daher hier nur den Anwuchs der Spannung betrachtet, welcher aus elektromotorischen Actionen entsteht, die von den flüssigen Leitern auf die Metallplatten der Säule ausgeübt werden.

V.

Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Wassers und der Flüssigkeiten im Allgemeinen auf die Metalle, und von den elektrischen Wirkungen, welche 1) beim Contacte gewisser Flammen mit den Metallen und 2) bei der Verbrennung stattfinden;

von

Herrn BECQUEREL *).

Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf die Metalle.

Seit einiger Zeit hatte ich versucht, die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf ein Metall zu bestimmen, aber meine ersten Versuche waren nicht befriedigend, denn der Condensator besaß keine hinreichende Empfindlichkeit und überdies zeigte sich auch die Verfahrensart nicht als zweckmäßig. Ich legte auf die obere Platte des Condensators einen Papierstreif und setzte auf diesen ein Metallgefäß, in welchem Wasser enthalten war; aber ich erkannte bald, dass dieser Papierstreif die Entstehung elektromotorischer Actionen zwischen jenem und den Metallen nicht hindere, und es also unmöglich war die schwache Elektricität zu sammeln, welche das Metallgefäß während seiner Berührung mit Wasser erhielt.

*) Ann. d. Ch. et Ph. XXVII. 5.

Seitdem erinnerte ich mich, dass die Elektricität durch Unterlagen von Glas und Holz, wenn sie auch nur mässig angefeuchtet sind, sehr schnell entweicht, eine Eigenschaft, welche zwar schon von Coulomb aufgefunden war, aber erst kürzlich von Hrn. Rousseau in völliges Licht gesetzt wurde, indem er mit einem Elektrometer von seiner Erfindung zeigte, dass alle schlecht leitende Körper, wenn sie mit einer Schicht von hygrometrischem Wasser bedeckt sind, geringe Quantitäten von Elektricität ohne Schwierigkeit fortleiten *). Diese zufolge nahm ich ein klei-

*) Hrn. Rousseau's Apparat, die verschiedenen Stufen des Leitungsvermögens der Körper für Elektricität annähernd zu bestimmen, ist nach Hrn. Ampère's und Dulong's Bericht, kürzlich folgendermassen beschaffen. Eine trockne Säule, erbaut von Zink und Rauschgold nebst dazwischen gelegten Scheiben von Pergament, die mit einer Mischung aus gleichen Theilen Mohn- und Terpentinöl getränkt sind, macht den Hauptbestandtheil desselben aus. Diese Säule ist zur Abhaltung der Lust an den Seiten mit einem Harzüberzug bedeckt, steht unten mit dem Boden in Verbindung und ist am oberen Ende durch einen Metalldraht mit einem isolirten vertikal stehenden Stift verbunden, auf welchem eine schwach magnetisirte Stahl-nadel in horizontaler Richtung schwebt. In gleicher Höhe mit dieser Nadel, und in einem Abstande von dem Stift, der nahe der halben Länge der Nadel gleich ist, befindet sich eine isolirte Metallkugel, die aber mit der Säule in Verbindung steht. Durch diese Vorrichtung kann sich die an dem oberen Pol der Säule angehäuften Elektricität zugleich auf Nadel und Kugel ausbreiten, und man sieht, dass erstere von der letzteren abgestossen werden muss. Bringt man nun den Stift und die Kugel in den magnetischen Meridian, so wird die Nadel die Kugel berühren, und so lange unbeweglich bleiben als man diesen Apparat nicht mit der Säule verbindet. Von dem Augen-

nes Gefäßs von Holz oder Porzellan, füllte es mit destillirtem Wasser, und setzte es, nachdem ich seine Wände schwach befeuchtet hatte, auf die obere Platte des Condensators. Da das Gefäß zuweilen eine obgleich schwache elektromotorische Wirkung auf die obere Platte ausübt, so zerstörte ich diese dadurch, dass ich die untere Platte mit einem Gefäß von derselben Masse berührte. Man kann diese Vorsicht selbst bis zum Füllen mit destillirtem Wasser treiben, taucht man darauf in dieses einen Finger, so hat man gegenseitig die Wirkung des Wassers auf das Holz berücksichtigt.

blicke an, wo aber die Verbindung vollzogen ist, wird die Nadel abgestossen und nach einigen Schwingungen eine Gleichgewichtsstellung annehmen, die von elektrischer Kraft der Säule und der magnetischen der Nadel abhängig ist.

Um diesen Apparat zur Untersuchung der verschiedenen Grade des Leitungsvermögens anzuwenden, reicht es hin, den elektrischen Strom durch die zu prüfenden Körper zu unterbrechen, jedoch mit der Vorsicht, die Dicke, welche die Elektricität von ihnen zu durchlaufen hat, bei allen gleich zu machen. Geschieht der Durchfluss der zur größten Ablenkung der Nadel erforderlichen Elektricitätsmenge nicht augenblicklich, so kann die Zeit, welche erforderlich ist damit die Nadel in ihre stabile Lage gelange, als Maas der Leitbarkeit des angewandten Körpers betrachtet werden.

Um Flüssigkeiten diesen Prüfungen zu unterwerfen, bringt Hr. Rousseau diese in kleine Gefäße, die durch ihren Fuß mit der Nadel und Kugel in Verbindung stehen; taucht hierauf das eine Ende eines Metalldrahtes in die Flüssigkeit und bringt dadurch stets eine gleich große Metallfläche mit dieser in Berührung, dass er einen Theil des Drahtes mit Schellack überzieht. Dann misst er die Dauer der Bewegung der Nadel

Nun tauche man Streifen von verschiedenen Metallen, die in der Hand gehalten werden, in eins der beiden Gefäße, mit der Vorsicht die Wände nicht zu berühren, während die andere Platte mit dem Erdboden in Verbindung steht. Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer etc. theilen ihm positive Elektricität mit, hingegen Gold, Silber etc. ihm negative Elektricität geben. Das Wasser ist folglich positiv mit dem am meisten positiven Metalle, und negativ mit denen, die es am wenigsten sind; es verhält sich also mit den (leicht) oxydabaren Metallen, wie ein Alkali in Berührung mit einer Säure, sobald zwischen diesen keine chemischen Wirkungen stattfinden.

von dem Augenblick an, worin die Verbindung mit der Säule durch das andere Ende des Drahtes bewirkt ward.

Auf diese Art hat Hr. Rousseau z. B. gefunden, daß das Olivenöl, in Vergleich mit andern pflanzlichen und thierischen Oelen ein sehr geringes Leitungsvermögen besitzt, denn unter übrigens gleichen Umständen waren zu einer gewissen Ablenkung beim Olivenöl $40'$; beim Buchecker- oder Mohnöl hingegen nur $27''$ erforderlich. Versetzte er nun das Olivenöl auch nur in dem hunderten Theil eines fremden Oeles, so fiel die zu demselben Effect nötige Zeit sogleich auf $10'$, und deshalb glaubt Hr. Rousseau dieses Instrument geeignet, die Verfälschungen des Olivenöls mit andern Oelen zu entdecken.

Hr. Rousseau fand hiedurch ferner, daß feste Fette weniger gut leiten, als animalische Oele, was ohne Zweifel von dem grösseren Gehalt der ersten an Stearine herröhrt, denn von der durch Hrn. Chevreul bereiteten Oleine und Stearine zeigte sich ihm die erstere merklich besser leitend als die letztere. Ein thierisches Fett leitet übrigens um so schlechter, je älter das Individuum war, von dem es gewonnen ist. Es ergab sich auch ein beträchtlicher Unterschied im Leitungsvermö-

Dieselben Erscheinungen stellen sich ein, wenn das Wasser eine geringe Menge Schwefelsäure enthält, obgleich es alsdann durch Zink und Eisen zerstellt wird, und diese Metalle angegriffen werden. Die chemische Wirkung hat also unter diesen Umständen, die elektrischen Erscheinungen, welche aus dem Contacte der Metalle erfolgen, nicht verhindert.

Diese Versuche erfordern grosse Vorsicht; die Oberfläche jedes Metalles muss völlig gereinigt oder polirt werden, und nicht mit Schmirgelpapier, sondern mit gepülvertem Glase, damit auf dieser keine Schmirgelkörner haften bleiben, die eine elektromo-

gen des Harzes, des Gummilacks, des Schwefels, der Seide, des gemeinen und des Krystall-Glases.

Bei den geistigen, wässrigen, sauren, alkalischen oder neutralen Flüssigkeiten konnte Hr. Rousseau keinen Unterschied im Leitungsvermögen wahrnehmen, da die Zeit, in der die Nadel zu dem Maximum ihrer Ablenkung gelang, zu kurz war, als daß man eine ungleiche Dauer hätte beobachten können. Man würde indess die verschiedenen Grade dieser Fähigkeit durch eine ähnliche Abänderung des Apparates leicht abschätzen können, wie die, durch welche die Verhältnisse eines Oelgemisches bestimmt wurden (welche aber nicht näher angegeben sind; die verschiedene Dicke der flüssigen Schichten würde hier vielleicht den Maßstab liefern. P.)

Es würde leicht möglich und zugleich sehr wünschenswerth seyn, diese Prüfung bei verschiedenen Körpern mit beiden Elektricitäts-Arten anzustellen, wozu es hinreicht, daß man abwechselnd jeden Pol der Säule mit dem Boden in Verbindung setzt. Nach den früher von Hrn. Erman erhaltenen Resultaten ist es sehr wahrscheinlich, daß sich Unterschiede bei einigen Substanzen finden werden.

(nach den Ann. de Chim. et Phys. T. XXV. 373.)

torische Wirkung erzeugen könnten. Es verdient auch den Vorzug, sich eines mässig angefeuchteten Gefäßes von Holz zu bedienen, weil dieses, wenn seine Fibren mit Feuchtigkeit angeschwängert sind, die Elektricität mit grösserer Leichtigkeit fortführt, als Glas oder Porzellan. Ungeachtet dieser Vorsichtsmaßregeln erhält man zuweilen keine Resultate; aber wenn sich die Erscheinungen darbieten, so zeigen sie sich in der angeführten Ordnung.

Vielleicht könnte man glauben, daß die kleinen Elektricitätsmengen, welche zuweilen der dünnen Firnißschicht anhangen, mit der jede Condensatorplatte überzogen ist, das Daseyn der Resultate stören, oder zu Irrthümern führen, vor Allem bei den Versuchen, bei welchen die Entwicklung der Elektricität nur geringe ist. Indess ist dies nicht der Fall, denn ich habe Maßregeln getroffen, welche gegen ähnliche Wirkungen sichert. Bevor ich einen Versuch anfing, versicherte ich mich zu wiederholten Malen, daß die Platten keine Elektricität enthielten, und wenn sich diese fand, so erhitzte ich die Platten hinreichend stark um dieselbe zu vertreiben, oder brachte, wie es Hr. Pouillet gethan, eine Zinnscheibe zwischen beide Platten, durch welche Zwischenlage sich die geringen auf der Oberfläche der Firnißschichten befindlichen Elektricitätsmengen wieder vereinigen. Ferner ward nach einander jede der beiden Platten als Collector gebraucht, und deshalb jede so angeordnet, daß sie ein Gefäß aufnehmen konnte. Hat man eine verschiedene Elektricität erhalten, so ist dies ein Beweis, daß, abgesehen von den störenden Einflüssen, der Versuch gelang. Ueberdies dienen die

Gesetze, welchen die meisten der Resultate unterworfen sind, zum Beweise der Genauigkeit dieser Versuche.

Ich muß noch einem anderen Einwurfe zuvorkommen: wenn man auf eine Condensatorplatte ein Gefäß setzt von Porcellan oder Glas etc. und dieses mit dem Finger berührt, welcher, wie man weiß, kein guter Leiter ist, so ladet sich der Condensator nicht. Taucht man nun einen so vortrefflichen Leiter wie ein Metallstreif in das Wasser, so könnte man glauben, daß die vorausgesetzte Elektricitätsentladung, welche das Gefäß bei seiner Berührung mit der Platte erleidet, viel schneller eintrete und der Condensator sich laden müßt; indes geschehen die Sachen nicht auf diese Art, denn sonst müßten alle Metalle bei Berührung mit Wasser dieselbe Elektricität annehmen, was nicht der Fall ist. Indem man das Metall mit den Fingern hält, vermehrt man auch nur augenblicklich die Leitbarkeit, weil die Elektricität, nachdem sie das Metall durchdrungen hat, genötigt ist, von Neuem in die Hand überzugehen, wo sie dieselben Hindernisse findet, als wenn man mit dem Finger die Flüssigkeit berührte. Es ist also bewiesen, daß das, was wir beobachteten, wirklich die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf die Metalle waren.

Nachdem diese Wirkungen aufgefunden waren, versuchte ich, ob nicht ihre Intensitäten vermehrt oder verringert würden, wenn man die Oberfläche der Metalle unter gewissen Umständen veränderte. Einen Goldstreifen, der auf einige Zeit in Salpetersäure getaucht und darauf zu wiederholten Malen mit Wasser gewaschen war, ward mit dem Wasser jenes Holz-

gefäßes in Berührung gebracht. Es erfolgte eine viel beträchtlichere Entwicklung von Elektricität und das Wasser ward negativ. Als derselbe Goldstreif darauf in eine Kalilösung getaucht ward, verlor er einen grossen Theil seiner Fähigkeit sich durch Berührung mit Wasser zu elektrisiren. Ein Platinstreif bot ähnliche Resultate dar. Diese Erscheinungen haben eine entfernte Aehnlichkeit mit denen, welche die Hrn. Thenard und Dulong beobachteten, bei ihren Untersuchungen über die Fähigkeit gewisser Körper die Verbindung gasförmiger Stoffe zu befördern. Sie fanden nämlich, daß ein neuer Platindraht, welcher sich nicht erhitzte, wenn er bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Hydrogengase in Berührung kam, so gleich die Fähigkeit erhielt ins Glühen zu gerathen, wenn man ihn zuvor einige Minuten lang in Salpetersäure gelegt und von dem Säureüberschuss wieder befreit hatte. Diese erlangte Eigenschaft besaß der Platindraht länger als 24 Stunden. Ich habe gefunden, daß ein Goldstreif die Eigenschaft: sich in Berührung mit Wasser stark zu elektrisiren, mehrere Stunden lang behält. In der Folge werde ich auf diese Erscheinungen wieder zurückkommen, die ich hier nur angezeigt habe.

Elektrische Erscheinungen, welche bei dem Contacte zweier Metalle mit einer Flüssigkeit beobachtet wurden.

Ich habe schon bemerkt, daß die elektrischen Erscheinungen, welche man beobachtet, wenn zwei Metalle durch eine Flüssigkeit geschieden sind, denjenigen nicht ähneln, welche statthaben, wenn die Flüssigkeit durch ein Metall ersetzt wird; denn wie es

schon Volta fand, dient im letzteren Fall das zwischengelegte Metall nur als Leiter, während ich vorhin zeigte, daß dies bei den Flüssigkeiten nicht stattfindet. Es ist wahrscheinlich, daß hier die elektrische Spannung eines jeden Metalles von einer Differenz der Wirkung abhänge, und man kann diesen Grundsatz so lange annehmen, bis die Erfahrung seine Unzulänglichkeit erwiesen hat. Man nehme z. B. das Kupfer und Zink, bezeichne die elektrischen Spannungen des Kupfers und der Flüssigkeit durch $+\delta$ und $-\delta'$, die des Zinkes und der nämlichen Flüssigkeit durch $+\delta'$ und $-\delta$. Dann wird das Zink ebenso die Elektricität δ der Flüssigkeit besitzen als das Kupfer die Elektricität δ' , und daraus folgt, daß die elektrischen Spannungen des Kupfers und Zinkes seyn werden:

$$+ \frac{\delta - \delta'}{2} \text{ und } \frac{\delta' - \delta}{2}$$

Je nachdem nun δ größer oder kleiner als δ' ist, wird also die Elektricität des Kupfers positiv oder negativ, die des Zinkes aber negativ oder positiv seyn. Es ist sehr glaublich, daß, die Sachen auf diese Art vor sich gehen.

Die nachstehende Tafel enthält die Resultate verschiedener solcher Versuche.

| Metall-gefäß | Elektrischer Zustand des Metallgefäßes, wenn es enthielt: | | | in die Flüssigkeiten ge- tauchtes Metall |
|--------------|--|---------------------------------|------------|--|
| | conc. Schwei- felsäure | sehr verdünnt. Schwefelsäur. | Kalilösung | |
| Platin | + | + | + | Gold |
| - | + | + | + | Silber |
| - | + | + | + | Kupfer |
| - | + | + | + | Eisen |
| - | + | + | + | Blei |
| - | + | + | + | Zink |
| Kupfer | - | - | - | Gold |
| - | - | - | - | Silber |
| - | - | - | - | Platin |
| - | o | + | + | Eisen |
| - | o | - | o | Blei |
| - | - | + | + | Zink |

Mittelst des zuvor angegebenen Principes kann man nun alle diese Resultate verstehen, und selbst einige für die elektrochemische Theorie nützliche Folgerungen aus ihnen ableiten. Da sich nämlich, der Annahme nach, die elektrischen Zustände des Metallgefäßes und Metallstreifens durch

$$+ \frac{\delta - \delta'}{2} \text{ und } + \frac{\delta' - \delta}{2}$$

ausdrücken lassen (worin $+\delta$ und $-\delta$ die elektrischen Spannungen des Gefäßes und der in demselben befindlichen sauren Flüssigkeiten bezeichnen; $+ \delta'$ und $- \delta'$ aber die Spannungen der nämlichen Flüssigkeit und der in diese getauchten Metallstreifen) und bei einem Platingefäß, welches concentrirte Schwefelsäure enthielt, in die nach einander Streifen

von Gold, Silber, Kupfer, Zink etc. getaucht wurden,
die elektrische Spannung

$$+ \frac{\delta - \delta'}{2} \text{ stets eine positive Gröfse war,}$$

so folgt, daß hier δ gröfser als δ' seyn mußte, woraus sich schließen läßt, daß das Platin bei seiner Berührung mit concentrirter Schwefelsäure weit positiver wird als Gold, Silber, Kupfer etc. mit dieser Säure.

Enthielt das Platingefäß eine mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, so stellen sich andere Erscheinungen ein, die hier näher auseinander gesetzt zu werden verdienen. Vorhin sagte ich, daß Platin, Gold und Silber bei ihrer Berührung mit verdünnter Schwefelsäure negative, Zink, Blei, Eisen und Kupfer unter gleichen Umständen aber positive Elektricität annehmen. Hieraus muß man schließen, daß für Platin und Zink der elektrische Zustand des ersten $= + \frac{\delta + \delta'}{2}$ eine positive Gröfse darstellt; der Zustand des zweiten $= - \frac{\delta - \delta'}{2}$ aber eine negative Gröfse ist, wie es auch beständig der Fall ist. Eben so sieht man auch, daß das Kupfer mit einer Kalilösung weniger negativ ist, als das Zink mit derselben.

Wir besitzen hierin also ein Verfahren, mittelst dessen man das Verhältniß der elektrischen Zustände der Körper während ihrer Berührung mit Flüssigkeiten bestimmen kann. Das Platin ist bei unmittelbarer Berührung mit jedem anderen Metalle beständig negativ, aber man weiß noch nicht, ob es gegen Gold negativer ist, als das Gold gegen Silber. Durch die

Versuche, mit denen wir uns so eben beschäftigten, können wir ähnliche Verhältnisse auffinden, wenn einer der Körper flüssig ist.

Elektrische Wirkungen, welche durch Berührung gewisser Flammen mit den Metallen erzeugt werden.

Legt man auf ein Gefäß von Holz oder Porcellan, welches mit einer der Condensator-Platten in Verbindung steht, einen Draht oder Streif von Platin, der einen Decimeter lang ist und über den Rand der Platte hervorragt, setzt die untere Platte mit dem Erdboden in Leitung und bringt darauf das eine Ende des Drahtes oder Streifens in die Flamme des brennenden Alkohols, Wasserstoffgases oder Papiers, so nimmt das Metall bei der Rothglühhitze in einem Fall negative, in dem andern positive Elektricität an. Die Flamme erhält in beiden Fällen die entgegengesetzte Elektricität des Metalles, und um diese zu sammeln reicht es hin auf das Gefäß ein Stück befeuchtetes Holz zu legen, welches, da es keine Verbrennung erleidet, die Stelle des Leiters vertritt und die von der Flamme angenommene Elektricität zum Condensator überführt.

Ein Kupferdraht giebt analoge Resultate und im Allgemeinen scheint es, dass alle Metalle mehr oder weniger die eben erwähnte Eigenschaft besitzen. Eben so nimmt ein Metall, das in die Wasserstoffgasflamme getaucht wird, negative oder positive Elektricität an, und ertheilt der Flamme die entgegengesetzte, je nachdem die Temperatur desselben mehr oder weniger erhöht ist. Da der Uebergang von einem elektrischen Zustand in den andern durch eine Abwesenheit aller

Elektricität angezeigt wird, so ist es klar, dass man dem Metall, wie es sich zuweilen ereignet, eine Temperatur mittheilen kann, bei der es keine Elektricität zeigt.

Wenn man mit einer der Condensatorplatten, die von der Flamme erlangte Elektricität auffängt, so kann man diese, wenn man will, durch Berührung mit einem feuchten Holzstab mit der Erde in Verbindung setzen. Obgleich die Flamme vermöge ihrer beständigen Erneuerung die durch Berührung mit dem Metall erlangte Elektricität fortführt, so zeigt doch die Erfahrung, dass die Entladung durch das so eben angezeigte Verfahren noch viel schneller geschieht.

Wenn man aber statt des feuchten Holzstäbchens die Flamme mit einem Metallstreifen berührt, von gleicher Natur mit dem, welcher auf das Gefäß gelegt ward, so findet man, dass eins mit dem andern im entgegengesetzten elektrischen Zustande befindlich ist; der rothglühende Streif erhält negative und der minder erhitzte positive Elektricität.

Völlig ähnliche Resultate bekommt man, wenn die beiden Streifen aus verschiedenen Metallen bestehen, nur glaube ich, dass ihre Intensität unter gewissen Umständen ausgezeichneter ist.

Bedient man sich der Spitze einer durch das Löthrohr angefachten Kerzenflamme, so findet man ebenfalls die nämlichen Wirkungen.

Entstehen diese Erscheinungen nun aus einer Reibung der Flamme gegen die Metalle, oder sind sie durch eine elektromotorische Action erzeugt? Ich bin der letzteren Meinung; denn wenn man auch zugiebt, dass bei dem Metalldraht in der Flamme des

Löthrohrs einige Reibung vorhanden ist, so kann sie doch unmöglich in der ruhigen Flamme des brennenden Alkohols stattfinden. Wie ist es auch ohne Annahme einer elektromotorischen Action zu erklären, dass wenn zur selben Zeit zwei Metallstreifen von ungleicher Dicke in eine Flamme getaucht werden, sie durch die Temperatur, welche bei einem grösser als bei dem andern ist, eine verschiedene Elektricität annehmen. Es ist ebenfalls gewiss, dass diese Erscheinungen nicht allein durch eine Temperaturdifferenz in den verschiedenen Theilen desselben Metalles entstehen; denn als das Ende eines Platinstreifens in dem Brennpunkte einer sehr starken Linse des Hrn. Fresnel zum Glühen gebracht ward, fand keine Elektricitätsentwicklung Statt.

Diese Versuche haben keine Beziehung mit denen des Hrn. Erman über die leitenden Eigenschaften der Flamme des Alkohols; sondern vielleicht mehr mit den Versuchen von Volta, wo derselbe ein Stück Feuerschwamm verbrennt, das auf der Spitze eines Stiftes befestigt war, der mit einer der Condensatorplatten in Verbindung steht. Dieser berühmte Physiker fand auch, dass wenn der Apparat entfernt von Gebäuden errichtet war, der Feuerschwamm stets einen Ueberschuss von positiver Elektricität annimmt, welche nach ihm von der umgebenden Luft herrührt, in der er dieferhalb einen beständigen Ueberschuss von positiver Elektricität vorhanden annimmt.

Aus meinen Versuchen kann ich nicht dieselbe Folgerung ableiten, da je nach der Temperatur der Metalle bald die eine bald die andere Electricität erhalten

ward. Neue Untersuchungen werden ohne Zweifel diese Erscheinungen weiter aufhellen.

Die vorhergehenden Untersuchungen führten natürlich darauf, zu sehen, was bei der Verbrennung gewisser Körper vorgehe. Ich brachte daher in die hölzerne Schale ein aufgerolltes Blatt Papier, zündete es an und setzte die Flamme durch ein feuchtes Holzstäbchen mit dem Erdboden in Verbindung, damit die Elektricität desto schneller abströmen konnte; dadurch erhielt das Papier positive Elektricität. Versucht man auf umgekehrte Art, hält das Papier in der Hand und berührt die Flamme mit einem feuchten Holzstäbchen, des auf die Schale gelegt ist, so findet man gegentheils, daß die Flamme negative Elektricität angenommen hat. Es folgt mithin aus beiden Versuchen, daß wenn man Papier verbrennt, das Papier selbst positive, die Flamme aber negative Elektricität annimmt.

Gießt man Alkohol in eine Kupferschale und zündet ihn an, so findet man durch den Condensator, daß die Schale positive Elektricität erhalten hat.

Diese Versuche sind einer viel weiteren Entwicklung fähig, aber ich glaube dessen ungeachtet mir die Freiheit nehmen zu dürfen, der Akademie die ersten Resultate vorzulegen, welche ich in dieser Klasse von Erscheinungen erhalten habe.

VI.

*Notiz über einen von Hrn. Ampère und Becquerel
angestellten Versuch hinsichtlich der Natur des
elektrischen Stromes;*

(gelesen v. Hrn. Ampère in d. Sitzung d. Akad. am 12. Apr. 1824.) *)

Da Hr. Becquerel durch einige glückliche Abänderungen **) des von Hrn. Bohnenberger angegebenen Elektrometers, diesem Apparat die nämliche Empfindlichkeit gegeben hat, wie früher dem Galvanometer, ***) so bat ich ihn, mit diesem Instrumente

*) Aus d. Annal. d. Ch. et Phys. XXVII. p. 29.

**) S. 170 dieses Heftes. (P.)

***) Die Einrichtung, durch welche Hr. Becquerel dem Galvanometer eine erhöhte Empfindlichkeit gegeben hat, besteht darin, daß er an Coonsfäden 3 Magnetnadeln in einer solchen Lage neben einander aufhängt, daß der Nordpol der zweiten sich im Wirkungskreis des Südpols der ersten, und ihr Südpol sich im Wirkungskreis des Nordpols der dritten Nadel befindet. Wird dann jede Nadel mit dem Schließungsdräht der Kette auf die bekannte Art mehrfach im gleichen Sinne umschlungen, und die Kette geschlossen, so weichen die Nadeln sämmtlich nach einer Seite ab. Ist nun die Anordnung so getroffen, daß sich hiernach die auf einander wirkenden Pole gegenseitig nähern, so wird die Ablenkung der mittleren Nadel bedeutend grösser ausfallen, als durch die alleinige Aktion des Drahtes. Wesentlich nöthig ist es jedoch, bei er-

eine Folgerung zu bestätigen, welche ich aus der Be-
trachtung der Natur der Ströme und der Art, wie die
Elektricität der Säule in Bewegung gesetzt wird; ab-
geleitet hatte.

Man weiß, dass wenn ein Zinkstreif mit einem Streif von Kupfer zusammen gelöthet ist und eins dieser Metalle isolirt wird, sich eine elektrische Spannung von constanter Differenz einstellt. Es handelte sich nun darum, zu untersuchen, ob, wie ich es dachte, diese Spannung noch fortdauert, wenn man die Streifen dadurch mit einander verbindet, dass man sie in einen flüssigen Leiter taucht. Hr. Becquerel hat es bestätigt, dass die Spannung nicht merklich verringert wird, selbst alsdann, wenn der flüssige Leiter aus angefäuertem Wasser besteht und ein sehr intensiver elektrischer Strom stattfindet. Dieser Versuch beweist, dass die beiden Elektricitäten, welche sich durch den Contact in dem Zink und in dem Kupfer entwickeln, mit einer Geschwindigkeit erzeugt werden, welche gegen die, mit welcher sie das gefäuerte

folgender Ablenkung der ersten und letzten Nadel, dass die Pole der mittleren Nadel hinsichtlich der auf sie einwirkenden Pole der anderen stets auf der Seite bleiben, auf welcher sie sich ursprünglich befanden, denn sonst entsteht für diese statt der Vergrösserung eine Verminderung der Ablenkung. Eben deshalb ist dieser Apparat auch nur zur Auffindung geringer elektro-magnetischer Kräfte anwendbar, bei denen die Ablenkungen der zu Hülfe gezogenen Magnetnadeln nicht bedeutend sind. Es gilt mit Veränderung der Umstände von diesem Apparat alles, was bei Gelegenheit der von Hr. Prof. Barlow (Ann. d. Ph. und Ch. Bd. 77. S. 328) gebrauchten Vorrichtung bemerkt worden. (P.)

Wasser durchdringen können, als unendlich zu betrachten sind. Er zeigt auch, weshalb man keine merkliche elektro-dynamische Wirkung mittelst eines durch Reibung erregten Stromes hervor bringen kann, z. B. mittelst eines solchen, welchen man erhält, wenn man die Enden des Galvanometerdrahtes mit dem Reibezeuge und dem Conductor einer gewöhnlichen oder einer Nairne'schen Elektrifirmaschine verbindet; die Reibung kann in einer gegebenen Zeit nur eine bestimmte Menge von Elektricität entwickeln; der Contact zweier heterogener Metalle liefert deren hingegen unendlich viel, weil in dem Maasse als der Abfluss den Spannungsunterschied zwischen beiden Metallen zu verringern strebt, sich augenblicklich in den gemeinschaftlichen Berührungspunkte bei der neuen Elektricität entwickelt.

Es ist klar, dass wenn eine gewöhnliche Elektrifirmaschine einen ähnlichen Strom wie die Voltaische Kette erregen könnte, man müßte auch mit Hülfe dieser Maschine denselben Spannungsunterschied erzeugen können, der zwischen irgend 2 Metallplatten stattfindet, die, wie in dem angeführten Versuch die Zink - und Kupferplatte durch eine stets gleiche Schicht von angeseztem Wasser mit einander verbunden sind. Aber weit entfernt durch dieses Mittel jenen Spannungsunterschied hervorzurufen, kann man nichts von diesem wahrnehmen.

Ich schließe diese Note mit der Bemerkung, dass, wenn man mit einem Elektrometer den Spannungsunterschied zweier Körper beobachten will, es nöthig ist, dass die Ursache, welche jeden von diesen in einen entgegen gesetzten elektrischen Zustand versetzt

hat, auch die Körper in diesem Zustande erhalten müsse, und zwar dadurch, daß sie in denselben Punkten, in welchen die beiden Elektricitäten getrennt wurden, auch deren Wiedervereinigung wenigstens so lange verhindere als nöthig ist, damit sich das Elektrometer in Bewegung setze. Dieser Umstand findet bei der Berührung, nicht aber bei der Verbindung zweier Körper statt, zufolge der Erklärung, welche ich in einem früheren (der Akademie am 5. Dec. 1823. überlieferten) Auffsatz über die entgegen gesetzte Richtung des elektrischen Stromes in beiden Fällen gegeben habe.*). Die Verbindung zweier Partikeln kann nur einen augenblicklichen elektrischen Strom erzeugen; man beobachtet die Wirkungen am Galvanometer, weil sich andere Theilchen ihrerseits verbinden, und den Strom so lange unterhalten als die Verbindung noch nicht beendet ist; man wird aber keine merkliche Spannung am Elektrometer gewahr werden, weil in der Flüssigkeit, wo diese statt hat, sich nichts der Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten entgegen setzt und weil es stets nur ein Theil der beiden elektrischen Flüssigkeiten ist, welcher durch seine Vereinigung im Galvanometerdraht, daselbst die Ströme erzeugt, deren Wirkungen mittelst der Magnetnadel dieses Instrumentes wahrzunehmen sind.

*) Die in dem Auffsatz des Hrn. Becquerel S. 185 berührt ist. (P.)

VII.

*Verfiche über die Anwendbarkeit der vor Kurzem
von Hrn. Prof. Döbereiner gemachten Entdeckung
auf Eudiometrie;*

von

Hrn. EDWARD TURNER, M. D. *)

(gelesen am 3. Apr. und 5. May 1824. vor der K. Gesellschaft
zu Edinburg.)

Wenn man Platinchwamm mit einem Gemisch von 2 Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheil Sauerstoffgas in Berührung bringt, so erfolgt zwar meist augenblicklich ein Rothglühen des Metalles und eine Verpuffung des Gases, allein man bemerkt doch, dass die Wirkung nicht sogleich nach Einführung des Metalles stattfindet, sondern dass die Verbindung anfangs mit Ruhe beginnt, darauf stufenweise, wenn gleich sehr rasch zunimmt und endlich bei hellem Glühen des Platins mit einer Verpuffung endet. Gewöhnlich folgen aber diese Momente so schnell auf einander, dass sie sich der Beobachtung entziehen. Es scheint also, dass die Wirkung des Platins einigermaßen von der der Elektricität verschieden sey, denn während letztere durch eine augenblickliche Explosi-

*) Auszug aus Jameson's Edinburgh philosoph. Journ. Jul. 1824.
S. 99.

sion die Verbindung der Gase auf einmal bewirkt, ist bei ersterem die Verpuffung nur Folge der durch die primäre Wirkung entwickelten Wärme. Dadurch erklärt es sich auch, warum das Platin, welches in dem Zustande seiner größten Thätigkeit einen $\frac{1}{4}$ Kubikzoll des explosiven Gasgemisches leicht zur Verpuffung bringt, dennoch bei einer geringeren Menge desselben Gemisches keine Explosion mehr erzeugt; denn bevor zu dieser hinreichende Wärme erzeugt wird, sind die Gase schon ruhig mit einander verbunden.

Die Einführung des Platinschwamms in ein durch Quecksilber gesperrtes Gas ist mit einigen Hindernissen verknüpft, denn erstlich zerfällt es dabei leicht zu Pulver und dann verliert es auch die zu seiner Wirksamkeit nöthige poröse Textur, indem es sich mit dem Quecksilber amalgamirt, vorzüglich wenn es erhitzt war. Aus diesen Gründen nahm ich meine Zuflucht zu den von Hrn. Prof. Döbereiner vorgeschlagenen Kugeln. Ich mischte also Platinschwamm mit Pfeifenthon in verschiedenen Verhältnissen und formte daraus mittelst ein wenig Wasser Kugeln von der Größe einer Erbse. Da die Wirksamkeit des schwaminigen Platins in Zusammenhang steht mit seinem porösen Gefüge, so bemühte ich mich, die Kugeln in einen möglichst ähnlichen Zustand zu versetzen und fügte deshalb dem Gemisch von Platin und Pfeifenthon etwas Salmiak hinzu. Wenn nun die daraus gebildeten Kugeln nach dem Trocknen vorsichtig über einer Spirituslampe geglüht werden, so entweicht der Salmiak von allen Seiten und die Kugel bleibt in einem Zustande von Porosität zurück, der ihre Wirksamkeit ungemein begünstigt. Zu einigen Kugeln

that ich auch etwas Kieselerde, weil der Pfeifenthon allein, eine zu zähe Masse giebt. Diejenigen, welche $\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes an Platin enthalten können völlig das reine schwammartige Metall ersetzen; denn frisch geglüht und wieder erkaltet, werden sie durch einen auf sie geleiteten Strom von Wasserstoffgas glühend und entzünden bald darauf das Gas. Aber in blosse Berührung gebracht mit einem Gemisch von 2 Maass Wasserstoffgas und einem Maass Sauerstoffgas wirken sie nicht völlig so schnell als der reine Platinschwamm, obgleich sie ebenfalls rothglühend werden und Explosion bewirken.

Die Kugeln selbst erleiden hiebei keine chemische Veränderung, wenigstens habe ich eine wohl zu funfzig Versuchen dieser Art gebraucht, ohne daß eine Verringerung ihrer Kraft zu spüren gewesen wäre. Indess nimmt diese dennoch durch wiederholten Gebrauch ab, allein es reicht hin, sie mittelst der durch das Löthrohr angefachten Oel- oder Spiritusflamme nur eine Minute lang zu glühen, um ihr alle vorherigen Eigenschaften wieder zu ertheilen. Durch ein längeres Glühen erhalten auch die Kugeln ihre Wirksamkeit wieder, wenn sie diese durch Berührung im erhitzten Zustande mit Quecksilber verloren haben, welches oft so zerstörend einwirkt, daß sie nicht die geringste Wirkung auf ein sehr explosives Gasgemisch äußern.

Die auf obige Art bereiteten Kugeln scheinen noch geringere Mengen von Wasserstoffgas anzugeben, als der elektrische Funken, denn in Gemischen von 15 und 15 Maass atmosphärischer Luft mit einem Maass Wasserstoffgas brachte der Funken einer stark

geladenen Leidner Flasche keine Verpuffung mehr hervor, während darauf hineingebrachte Kugeln aus 3 Gr. Platin und 1 Gr. Pfeifenthon oder aus gleichen Theilen von beiden, augenblicklich wirkten. Auf der andern Seite setzte ich ein Gemisch von 1 Maafß Wasserstoffgas und 4 Maafß atmosphärischer Luft mit einer Kugel in Berührung, und elektrisierte eine Minute nach Hineinbringung derselben das Gas in einem Eudiometer, allein es fand keine Verpuffung mehr statt. Wenn also Hr. Prof. Gmelin in Tübingen bemerkte, daß das Gasgemisch noch mit dem elektrischen Funken detonirte, welches schon der Wirkung des Platins ausgesetzt gewesen war, so liegt dies, da sein Versuch gewiß genau ist, an seinem Verfahren, das ich nicht kenne.

Ich schritt nun zu der Untersuchung, ob die Menge des vorhandenen Wasserstoffs genau durch das Platin ausgemittelt werden könne.

In Gemischen, worin 13 ; 15 ; 17 Theile atmosphärischer Luft gegen einen Theil Wasserstoff enthalten waren, ward letzteres völlig genau angezeigt.

In 180 Maafß eines Gemisches, das außer atmosphärischer Luft 1,8 Maafß Wasserstoffgas enthielt, zeigten die Kugeln nach Verlauf einer halben Stunde 2 Maafß von diesem an. Es fanden sich nach Verlauf von $\frac{3}{4}$ Stunden, einmal in 186 Maafß eines ähnlichen Gemisches 1,86 Maafß Wasserstoffgas als wirklich eben so viel vorhanden war, und ein andermal 1,6 Maafß Wasserstoffgas in 152 Maafß eines Gemisches das 1,3 Maafß von diesem enthielt.

Gemische von Sauerstoff und Wasserstoffgas, worin diese wie 100 zu 1 vorhanden waren, wurden

eben so genau zerlegt, denn in 186 Maass eines solchen zeigten die Kugeln 2,6 Maass WVasserstoffgas an und ein andermal in 138 Maass, von letzterem 2 Maass.

Der Fehler ist in beiden Beobachtungen so gering, daß man dreist behaupten kann, es werde das WVasserstoffgas noch durch Platin mit Genauigkeit bestimmt, wenn es in einer Mischung mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas nur den $\frac{1}{100}$ Theil des Volumens betrage. Um eine unvorhergesehene Fehlerquelle etwa aufzufinden, brachte ich eine mäßig erhitzte Kugel (bestehend aus 4 Gr. Platin und 1 Gr. Pfeifenthon) in 187,5 Maass zuvor durch Kali getrockneter atmosphärischer Luft und ließ sie $\frac{1}{2}$ Stunden darin, allein es fanden sich unverändert 189 Maass (d. h. 187,5 Maass Luft + 1,5 Maass die durch die Kugel erfüllt wurden) wie dies auch schon aus einem meiner früheren Versuche hervorging, wo ich ein Gemisch von Sauerstoffgas und Stickgas vergeblich mit sehr heftig erhitztem Platin in Berührung brachte.

Auf Gemische, in denen das Hydrogen gegen das Oxygen vorwaltet, zeigt sich das Platin ebenfalls sehr wirksam, denn in einem, das aus 11 Theilen des ersten und einem des letzteren bestand, brachte der Funke einer stark geladenen Leidener Flasche weder Verpuffung noch sonst eine Verminderung hervor, während das Platin unmittelbar WVasser erzeugte.

Drei Maass WVasserstoffgas wurden mit 300 Maass Sauerstoffgas gemischt und 112 Volumen davon mit einer Kugel in Berührung gebracht, die $\frac{1}{2}$ ihres Gewichtes an Platin enthielt; nach Verlauf einer

halben Stunde betrug die Verminderung 4 Maafs, welche 1,3 Maafs Sauerstoff anzeigen, während 1,1 von dieselben vorhanden waren. 158 Maafs desselben Gemisches wurden nach einer halben Stunde um 5,5 Maafs verringert, in diesen also 1,8 Sauerstoffgas aufgefunden, als 1,5 von ihm zugegen waren.

Hierauf wandte ich mich zur Analyse der atmosphärischen Luft. Hundert Volumentheile desselben zuvor durch Kali von Kohlensäure befreit, gaben in 6 auf einander folgenden Versuchen

20,3 ; 20,3 ; 20,7 ; 21,0 ; 21,3 ; 21,7

Volumentheile an Sauerstoff, also im Mittel 20,88 oder nahe 21. Anfangs erhielt ich einen grösseren Gehalt, allein dies rührte daher, dass das angewandte Wasserstoffgas durch beigemischte atmosphärische Luft mit Sauerstoffgas verunreinigt war. Zu diesen Versuchen reinigte ich das Wasserstoffgas, indem ich es eine Nacht hindurch über Platin stehen ließ.

Schon zu Anfang meiner Untersuchung schien es mir wahrscheinlich, dass allemal, wenn der elektrische Funken Gase zersetzt oder vereinigt, das Platin eine gleiche Wirkung habe (was indefs Ausnahmen erleidet P.). Schon Hr. Prof. Döbereiner fand, dass Mischungen von Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas mit Sauerstoffgas sich durch dieses Mittel mit einander verbinden, *) auch haben die Hrn.

*) Hr. Prof. Döbereiner bemerkte indefs, in dem vierten Theile seiner pneumatischen Chemie, dass chemisch reines Kohlenoxydgas mittels Schwefelsäure aus Sauerkleesalz bereitet, und durch Kali von aller Kohlensäure befreit, sich bei niedriger Temperatur nicht mit Sauerstoff zu Kohlensäure vereinigen

Dulong und Thenard beobachtet, daß das Platin eine Mischung von Wasserstoffgas und Salpetergas unter Bildung von Wasser und Ammoniak zersetzt und auch eine ähnliche Wirkung auf ein Gemisch von Hydrogen und oxydirtem Stickgas ausübt. Mein Freund, Hr. Blundell, ein sehr unterrichteter und hoffnungsvoller Mann, der gegenwärtig diese Universität besucht, hat ebenfalls einige interessante Thatsachen über diesen Gegenstand bemerkt. Er findet nämlich, daß das Platin sowohl die Verbindung des Hydrogents mit Chlorine *) als mit den Elementen der Euchlorine bewirkt; auch ist es ihm gelungen, was ich schon früher vermutungsweise aussprach, Hydrogen mit Jodine zu vereinigen und also auf diesem Wege Hydriodinstäure darzustellen. Einige von diesen Versuchen habe ich wiederholt und sie richtig befunden. Ich habe sie aber nicht weiter verfolgt, weil meine Aufmerksamkeit vorzüglich durch die Wirkungen des Platins auf Oelbildendes Gas, auf

lasse, und vermutet, daß das von den Hrn. Dulong, Thenard, Herapath angewandte Kohlenoxydgas, nicht frei von Wasserstoffgas gewesen sey; auch gelang es Hrn. Prof. D. nicht, eine Mischung von Wasserstoffgas und Salpetergas, durch Berührung mit Platin Schwamm in Ammoniak zu verwandeln, wohl aber eine Mischung von oxydirtem Stickgas und Wasserstoffgas unter Entglühen des Platins im Wasser und Stickgas überzuführen. P.

*) Man darf doch wohl voraussetzen, daß das Tageslicht abgehalten ward? Hr. Prof. Döbereiner bemerkte a. a. O. p. 68, daß sich ihm bei mehrmaliger Wiederholung des Versuches mit frisch gebrühten Platin Schwamm keine Entzündung gezeigt habe. P.

Steinkohlengas und auf Kohlenoxydgas beschäftigt ward, indem ich, wiewohl vergeblich hoffte, hiernach ein Verfahren zur Trennung dieser Gasarten aufzufinden; ein Verfahren, welches ungeachtet der sinnreichen Untersuchungen des Dr. Henry noch für die chemische Analyse zu wünschen übrig bleibt.

Ein Strom von dem, aus den Gasröhren der Stadt genommenen Steinkohlengase, machte zwar anfänglich den frisch geglühten Platin Schwamm etwas leuchtend, aber das Licht verschwand sehr bald und ich war auch nicht im Stande, diese Erscheinung bei einer folgenden Gelegenheit wieder zu erzeugen. Eben so brachte ein aus zwei getrennten Gefäßen auf Platin Schwamm geleiteter Strom von Steinkohlengas und Sauerstoffgas irgend eine leuchtende Erscheinung zu Wege. Wenn aber der Platin Schwamm zuvor mit dem Löthrohr zum Glühen erhitzt und sogleich nachdem dieses aufhörte sichtbar zu seyn, in den Strom gebracht ward, gerieth dasselbe wieder ins Rothglühen und leuchtete einige Zeit hindurch.

Als ich den bis zum lebhaften Glühen erhitzten Platin Schwamm schnell in eine kleine auf Quecksilber schwimmende Platin Schale brachte, und nun über diese eine Flasche stürzte, mit einem Gemisch von einem Volumen Steinkohlengas und mehr als 2 Volumen Sauerstoffgas, schlug sich zwar auf der Quecksilberfläche Wasser nieder und das Platin glühte unter schneller Verminderung des Gases, allein die Fortschritte dieses Proesses wurden früher unterbrochen, als alles Gas verbraucht war. Das Platin ward noch 2 Stunden lang mit dem Gase in Berührung gelassen, ohne daß sich jedoch das Volumen verringerte, und

nach Fortschaffung der Kohlensäure durch geschmolzenes Aetzkali, gab der Rückstand mit dem elektrischen Funken eine heftige Detonation. Eben so verhielten sich Kugeln aus Platinschwamm und Pfeifenthon und selbst als dies Gasgemisch bis zum Siedepunkt des Quecksilbers erhitzt ward, blieb nach der Wirkung des Platin ein mit dem elektrischen Funken verpuffender Rückstand übrig.

Auch bei Gemischen von Steinkohlen - Wasserstoff - und Sauerstoffgas war die Zersetzung durch Platin nur unvollkommen, denn alle lieferten einen explosiven Rückstand.

Eine Mischung von sorgfältig bereitetem und getrockneten Oelbildenden Gase mit 3 Volumen Sauerstoffgas ward weder durch Platinschwamm noch durch die Kugeln verändert, sie mochten kalt oder warm seyn. Erst bei der Siedhitze des Quecksilbers fand eine partielle Wirkung statt, und eben so erzeugte eine glühend hinein gebrachte Kugel zwar anfänglich viel Wasser und Kohlensäure, aber der Rückstand war dennoch mit dem elektrischen Funken zu verpuffen.

Diesem ähnlich verhielten sich auch Gemische aus Wasserstoff-, Sauerstoff und Oelbildendem Gase.

Kohlenoxydgas und Sauerstoff zu gleichen Theilen mit einander vermischt, erlitten zwar durch Platinschwamm und durch die Kugeln anfänglich eine Raumverminderung, allein das Gas explodirte hernach noch sehr stark mit dem elektrischen Funken. Ward indess der Platinschwamm glühend gemacht, und gleich nach Aufhören des sichtbaren Leuchtens in dies Gemisch geführt, so erzeugte sich das Glühen augenblicklich wieder und veranlaßte eine Explosion. Hr. H. Davy hat bereits gezeigt, daß sich ein Gemisch von Kohlenoxydgas und Sauerstoffgas bei einer viel geringeren Hitze entzünden läßt, als die, welche ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erfordert, und dieser Thatſache scheint der vorhergehende Versuch zu correspondiren.

Mischungen aus Kohlenoxyd-, Wasserstoff- und Sauerstoffgas verhalten sich den früheren ähnlich, denn sie werden durch das Platin ebenfalls nur theilweise mit einander verbunden.

(Den Schluß der Abhandlung im nächsten Heft.)

VIII.

Noch Einiges über Feuermeteore, Gediegeneisen-massen u. s. w.

1) Von Hrn. Director Klöden.

(Mit Bewilligung des Hrn. Verfassers, entnommen aus einem früheren, aus Potsdam datirten, Schreiben von ihm an den Prof. Gilbert; eine kurze Notiz über dasselbe befindet sich im Bd. 75. S. 246 dieser Annal.)

Es war Abends um halb 10 Uhr am 12. November 1822, als ich mit einem Freunde über den Wilhelmsplatz gehend, plötzlich die ganze Gegend hell erleuchtet erblickte. Vor uns, in Süden, glänzte eine helle Feuerkugel mit *bläulichem* Lichte, welche langsam in senkrechter Richtung sich herab bewegte, nach und nach kleiner wurde, und noch ehe sie von der vorliegenden Häuserreihe verdeckt wurde, erlosch. Sie ließ einen glänzenden Streifen zurück, welcher noch nach dem Erlöschen einige Augenblicke sichtbar war, und nicht wohl durch den Eindruck auf die Netzhaut entstanden seyn konnte, da die Bewegung dazu nicht schnell genug war. Die ganze Erscheinung mochte etwa 2 Secunden gewährt haben. Als die Kugel am grössten war, konnte sie einen scheinbaren Durchmesser von etwa 15 Minuten haben, oder etwa eine halbe Vollmondsbreite.

Wie weit die Kugel von mir gestanden haben mag, ist nicht leicht anzugeben, da ein so glänzendes

Licht immer näher zu seyn scheint, als es ist. Mir schien sie nicht über 1000 Fuß entfernt zu seyn. Als ich sie zuerst erblickte, stand sie etwa 35° hoch. Ein Geräusch war nicht zu hören. Der Himmel war sehr sternhell, und reich an Sternschnuppen. Es wehte ein sanfter Ostwind. Das Barometer stand 28°, 598, Thermometer — 2° R. und das Saussüresche Hygrometer auf 59°.

Es ist merkwürdig, daß dieselbe Erscheinung an demselben Abende von verschiedenen Personen aber zu ganz verschiedenen Zeiten noch *dreimal* beobachtet worden ist, welches eine ganz besondere Disposition der Atmosphäre beweiset, obgleich diese, wie die obigen Angaben zeigen, nichts Ausgezeichnetes hatte. Dennoch war diese auch am folgenden Abend, den 13. November noch nicht erloschen, wie abermals viele Sternschnuppen zeigten. Um halb 6 Uhr befand ich mich in der Nauener Straße, wo ich auf die Öffnung einer Haustüre wartend, den nordwestlichen Himmel betrachtete. Plötzlich bildete sich eine der gestrigen Erscheinung sehr ähnliche, an der ich Anfang und Ende sehr genau beobachten konnte. Sie fing als gewöhnliche Sternschnuppe an, wurde aber schnell größer und leuchtete ungemein hell mit glänzendem gelbgrünem Lichte, das die Straße hell erleuchtete. Ich habe nie ein schöneres Licht gesehen. Die Kugel war anscheinend von derselben Grösse, als die gestrige, bewegte sich etwas rascher, ebenfalls in senkrechter Richtung herab, und erlosch nach anderthalb Secunden, indem sie allmählig kleiner und länglicher werdend, sich zuletzt in einen glänzenden Streifen auflöste, der wie der vorige noch

Mir
Als
Ein
er fehr
ehete
598,
Hy-
ng an
aber
beob-
Dis-
, wie
netes
pend,
nrmals
r be-
f die
esili-
eine
ich
unte.
urde
mit
hell
ge-
llben
her,
osch
klei-
nen
och

nach dem Verschwinden der Kugel einige Augenblicke sichtbar blieb. Sie war mir jedenfalls viel näher als die gestrige, und schien sich senkrecht auf das Dach eines etwa 100 Schritt von mir stehenden Hauses herabzulassen. Etwa 100 Fuß über demselben erlosch sie aber. Ich habe nach ihrem Erlöschen weder etwas herabfallen sehen, noch ein Geräusch gehört. Der Himmel war nach sehr heiterem Tage ebenfalls hell gestirnt; es wehte Ostwind bei — 3° R. Kälte. Das Barometer stand 28,242 und das Hygrometer auf 62°.

Diese Metore zeigen sich oft in sehr geringen Höhen. Ich erinnere mich, daß ich in Berlin auf dem Dönhofplatz eines Abends in der Dämmerung eine Kugel der Art sehr nahe bei mir in der Höhe von etwa 15 Fuß erblickte, welche Nähe keine Täuschung war, da ein nahestehender Baum den Hintergrund der Stelle bildete, an der ich sie erblickte. Sie mußte demnach zwischen mir und ihm stehen; war aber kleiner als die vorigen, kaum eine Secunde sichtbar, senkte sich jedoch ebenfalls etwas und erlosch allmählig.

Einer meiner Freunde auf dem Lande sahe vor mehreren Jahren eines Abends, als er sich in der Nähe eines Sees befand, eine solche Kugel über dem See herabfallen, die beinahe die Oberfläche desselben berührte, ehe sie erlosch. Dies war ebenfalls keine Täuschung, da das Gegeneinanderbewegen der Kugel und ihres Reflexes im Wasser, und die Entfernung, in der sich beide von einander befanden, ehe sie verschwanden, jeden Zweifel beseitigte. Die Erscheinung wich übrigens nach seiner Beschreibung von der vorigen nicht ab.

Vielleicht hat es für Sie einiges Interesse, über die von mir 1821 aufgefundene mineralische Quelle nähere Notizen zu erhalten, welche in der hiesigen Berliner Vorstadt liegt. Durch die gewöhnlichen Reagenzien mittelte ich den mineralischen Gehalt der Quelle im Allgemeinen aus, näher wurde derselbe durch die Analysen der HH. Hofapotheke Franke und Geh. R. Hermbstädt dargethan. Der Besitzer der Quelle wendete sich nun an S. Maj. den König, und es wurde hierauf von Seiten des hohen Ministerii eine amtliche Untersuchung veranstaltet, die als Resultat mit unzweideutiger Gewissheit ergab, dass das Wasser ein wirkliches Quellwasser und kein Sumpfwasser ist. Die Quelle liegt in einem klaren Sande, der mit grauem Thonmergel abwechselt; von Sumpferde, Morasteisen etc. ist aber keine Spur zu finden. Der Ursprung derselben ist wahrscheinlich in den nahen Hügeln zu suchen, da der Spiegel der Quelle höher liegt als die Havel, wie durch Nivellement ausgemittelt ist. Das Wasser wird durch Röhren in das Badehaus geleitet. Die Quelle liegt 113 Fuß von der Havel.

An die Luft gestellt, zeigt das Wasser entweichende Lufbläschen, und damit eine Trübung; es wird mit der Zeit schwärzlich, und es bildet sich ein dunkel gefärbter Niederschlag von Schwefeleisen. Wird es gekocht, so fällt bald ein reichlicher röthlichbrauner Niederschlag zu Boden. Es hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, und sein spec. Gewicht ist bei 14° Reaum. = 1,0022.

Nach der amtlichen sehr sorgfältigen chemischen Analyse, die der Hr. Medicinal-Assessor Schrader mit diesem Wasser vorgenommen, und welche die frühe-

ren Analysen der Hrn. Frank und Hrn. G. O. M. R. Hermbstädt bestätigt, kommt das Waffer am meisten mit dem Freienwalder überein, ist aber ohne Vergleich stärker, wie Nachstehendes zeigt:

| Bestandtheile des Potsdamer Wassers in 25 Pfund nach Schrader | Gran | Bestandtheile des Freienwalder Küchen- quells in 25 Pfund nach V. Rose | Gran |
|---|--------------------|---|------------------|
| Kohlensaure Kalkerde | 100 $\frac{9}{10}$ | Kohlensaure Kalkerde | 60 |
| Schwarzes manganhaltiges Eisenoxydul im Waffer mit Kohlen säure verbunden | 16 $\frac{9}{10}$ | Kohlensaures Eisen | 6 $\frac{1}{2}$ |
| Kohlensaure Talkerde | 4 $\frac{6}{10}$ | Kohlensaure Talkerde | 2 $\frac{5}{10}$ |
| Salzsaure Kalkerde | 108 | Salzsaure Kalkerde | 0 |
| Salzsaures Natrum | 31 $\frac{9}{10}$ | Salzsaures Natrum | 6 |
| Salzsaure Talkerde | 6 $\frac{3}{10}$ | Salzsaure Talkerde | 4 |
| Schwefels. Kalkerde | 8 $\frac{4}{10}$ | Schwefels. Kalkerde | 2 $\frac{1}{2}$ |
| Schwefels. Talkerde | 0 | Schwefels. Talkerde | 12 |
| Kieselerde | 2 $\frac{4}{10}$ | Kieselerde | 1 $\frac{1}{2}$ |
| Organische extractive Beimischung | 114 | Extractivstoff | 4 |
| | Kubikzoll | | Kubikzoll |
| Kohlensaures Gas | 110 $\frac{3}{10}$ | Kohlensaures Gas | 92 |

Auf den Mangangehalt wurde Herr M. A. Schrader erst späterhin durch den Chlorinegeruch aufmerksam, der sich bei der Behandlung des Eisens mit Salzsäure entwickelte. Er vermutet, dass das Eisen aller ähnlichen Quellen manganhaltig ist, also auch das in Freienwalde. — Der Besitzer des Bades ist durch Königliche Gnade in den Stand gesetzt, das Bad gehörig einzurichten, und damit eifrig beschäftigt. Es liegt sehr angenehm. Bereits im vorigen Sommer hat es bei einer Menge Kranker seine Heilkraftigkeit auf eine erfreuliche Weise bestätigt.

2) Einige Nachrichten über die im Bd. 68. S. 342 dieser Annalen erwähnte Gediegen-Eisenmasse;

von Hrn. Prof. G. Bischof zu Bonn (aus einem Briefe an d. H.)

Die am angeführten Orte von Chladni erwähnte Gediegen-Eisenmasse, welche bei Bitburg in der Eifel gefunden, und hierauf von einem Hüttenbesitzer angekauft worden, von der man aber seitdem nichts weiter gehört hat, — wurde von meinem verehrten Freunde und Collegen, Herrn Prof. Nöggerath, im verflossenen Herbst (1824) zwar wieder aufgefunden, aber leider im umgeschmolzenen Zustande. Dieser Hüttenbesitzer hatte sie nämlich verfrischen wollen, und zu dem Ende die ganze Masse zuerst im Frischfeuer eingeschmolzen. Als aber die Kuchen weiter verfrischt und unter den Hammer gebracht wurden, konnten sie nicht geschweift werden, und es gelang durchaus nicht, Stabeisen daraus darzustellen. Der Eigenthümer ließ deswegen die Kuchen, zur Verhinderung von Unterschleif, und um sein Eisen im guten Ruf zu erhalten, in der Nähe des Frischhammers vergraben.

Merkwürdiger Weise erfuhren wir von dem Obersten Gibbs in dem American mineralogical Journal Vol. I. No. 18. p. 219, daß diese *in Deutschland* gefundene Gediegen-Eisenmasse Nickel enthalte, woraus Hr. Chladni ihren unstreitig meteorischen Ursprung ableitete. Sehr angenehm war es mir daher, durch meinen erwähnten Freund in den Besitz eines Stücks dieser, freilich umgeschmolzenen, Eisenmasse gesetzt worden zu seyn, um durch eigene Untersuchung

von diesem Nickelgehalte mich überzeugen zu können. Vorläufig habe ich nur Nickel aufgefunden; ich werde aber nicht versäumen den anderen, bis jetzt im Meteoreisen entdeckten, Metallen weiter nachzuspüren.

3) Von Hrn. Dr. Gust. Seyffarth, Mitglied d. Oekon. Societ.
zu Leipzig.

Gestern Abends am 9ten Juni d. J. wurde in Leipzig von mir und einer Gesellschaft genau $52\frac{1}{2}$ Minuten nach 9 Uhr bei heiterem Himmel und Mondschein ein Feuermeteor gesehen. Wir bemerkten es zuerst 45 bis 50° über dem Horizonte, wie es schien, gerade nach dem Südpunkte hin, von wo es sich in mässiger Geschwindigkeit nach Nord bewegte, bis es gegen 5° von dem Scheitelpunkte nach WV zu hinter dem Rande des Daches verschwand. Sein Kern hatte etwa die doppelte Grösse des Jupiter in einem guten Telescop oder die dreifache einer Sternschnuppe erster Grösse, welchem ein 8 bis 12 mal so langer, spitz-zulaufender Schweif folgte. Die Farbe des Kerns war mehr die des Weiss- als des Rothglühens, hingegen beim Schweife die letztere Nüance vorwaltete. Der Schweif schien wirklich aus Funken zu bestehen, daher das Meteor von einigen anfangs für eine Rakete gehalten wurde. Die umliegenden Gegenstände wurden durch diese sogenannte Feuerkugel, welche von allen bisher von mir beobachteten die kleinste war, nicht erleuchtet, was bei ihrem geringen Umfange

und der Helle des Abends nicht zu verwundern war; auch bemerkte man kein Rauschen bei dem Vorüberziehen und keine Explosion nach dem Verschwinden derselben. Den Weg von 45 bis 40° legte das Meteor in 1½ Sekunde zurück. Der Schweif der Feuerkugel bildete einen mit der Spitze nach Süden gerichteten Lichtkegel.

war;
über-
inden
Me-
euer-
n ge-

IX.

Ueber den Siedepunkt gefäiggter Salzlösungen.

Herr T. Griffiths giebt im Journal of Science No. 35. S. 90 folgende Tafel über den Siedepunkt gefäiggter Salzlösungen:

| | Trocknes Salz in 100 Thl. der Lösung | Siedepunkt der Lösung |
|------------------------------|---|-----------------------------|
| Effigfaures Natron | 60 | 256° F. |
| Salpetersaures Natron | 60 | 246 |
| Weinsteinsaures Kali-Natron, | 90 | 240 |
| Salpetersaures Kali | 74 | 238 |
| Salzaures Ammoniak | 50 | 236 |
| Schwefelsaur. Nickel | 65 | 235 |
| Weinsteinsaur. Kali | 68 | 234 |
| Salzsaur. Natron | 30 | 224 |
| Salpetersaur. Strontian | 53 | 224! |
| Schwefelsaur. Magnesia | 57,5 | 222 |
| Saures schwefelsaur. Kali | * | 222 |
| Borax | 52,5 | 222 |
| Phosphorsaur. Natron | * | 222 |
| Basisch kohlensaures Natron | * | 220 |
| Salzsaur. Baryt | 45 | 220 |
| Schwefelsaur. Zink | 45 | 220 |
| Alaun | 52 | 220 |
| Kleefsaur. Kali | 40 | 220 |
| - Ammoniak | 29 | 218 |
| Blausaur. Eisen-Kali | 55 | 218 |
| Chlorfaures Kali | 40 | 218 |

| | Trocknes Salz in 100 Thl. der Lösung | Siedepunkt der Lösung |
|----------------------------|---|-----------------------------|
| Boraxsäure | * | 218° F. |
| Schwefelsaures Kupfer-Kali | 40 | 217 |
| Schwefelsaur. Kupfer | 45 | 216 |
| Schwefelsaur. Eisen | 64 | 216 |
| Salpetersaur. Blei | 52,5 | 216 |
| Effigfaur. Blei | 41,5 | 215 |
| Schwefelsaur. Kali | 17,5 | 215 |
| Salpetersaur. Baryt | 26,5 | 214 |
| Weinstein | 9,5 | 214 |
| Effigfaur. Kupfer | 16,5 | 214 |
| Blausaur. Quecksilber | 35 | 214 |
| Chlorquecksilber | * | 214 |
| Schwefelsaures Natron | 31,5 | 213 |

Das von Hrn. Griffiths angewandte Verfahren bestand darin, dass er Wasser mit einem Ueberschuss von dem Salze in einem cylindrischen Porcellangefäße durch eine Argand'sche Lampe zum Sieden brachte, und ein Thermometer *in die Lösung tauchte*. Das Barometer stand in den Tagen, als die Versuche gemacht wurden, auf 30 Zoll engl. (?) Der Salzgehalt der siedenden Lösung wurde durch Verdampfung eines Theils derselben zur Trockne bestimmt, diese Bestimmung aber bei den mit * bezeichneten unterlassen. Hr. G. bemerkte, dass der Siedepunkt der Salzlösungen nicht immer im geraden Verhältniss steht zu der Menge des in derselben vorhandenen Salzes, oder zu der Lösbarkeit des letzteren. Denn so siedet die Lösung des sehr zerfließlichen weinstein-sauren Kali bei 254°, und enthält alsdann 68 Theile des Salzes,

während die Lösung des an der Luft unverändert bleibenden Salmiaks beim Sieden nur 50 pr. C. von diesem aufnimmt und eine Temperatur von 236° F. erreicht. Die Lösung des Rochelle-Salzes (des weinsteinsauren Kali-Natron) enthält im gesättigten Zustande 90 pr. C. von diesem, und siedet bei 240° während die des eßigsauren Natrons nur einen Salzgehalt von 60 pr. C. besitzt und bei 256° ins Sieden gerath. Noch auffallender ist es, dass die gesättigte Lösung des schwefelsauren Natrons beim Sieden $51,5$ pr. C. vom wasserfreien Salze enthält und dennoch ihr Siedepunkt nur einen Grad Fahrenheit höher liegt, als der des Wassers. Noch giebt Hr. G. den Siedepunkt gesättigter Lösungen folgender Salze näherungsweise an:

Von reinem Natron zu 420° F. (wobei aber die Thermometerkugel von der Lösung angegriffen ward); vom salpetersauren Ammoniak zu 360° ; vom salpetersauren Kupfer zu 344° ; vom Aetzkali zu 316° , und von der Kleesäure zu 234° . Endlich gedenkt er noch der (aber nicht unbekannten) Thatsache, dass der Siedepunkt einer gesättigten Lösung von kohlensaurem Ammoniak, die bei 180° F. anfängt zu kochen, sich in dem Maasse dem Siedepunkt des Wassers nähert, als das Salz verfliegt.

(Es wäre sehr wünschenswerth, dass diese von keiner theoretischen Ansicht unterstützt, und auch von Seiten der Genauigkeit Manches zu wünschen übrig lassende Versuche, Gelegenheit zu einer tieferen Untersuchung über diesen und andere verwandte Ge-

genstände geben möchten. Bei dem obigen Verfahren hängt der Siedepunkt der Salzlösungen, offenbar von dem Gesetze ab, nach welchem sich die Lösbarkeit des Salzes bei erhöhter Temperatur richtet. Die Auflösung eines Siedepunktes dieser Art, ist unstreitig bei vielen Salzlösungen, eine unbestimmte Aufgabe. P.)

rfah-
nbar
sbar-
Die
un-
amte

METEOROLOGISCHES TAGEBUCH D
FÜR DEN MONAT OCTOBER 1824; GEFÜHRT

| Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. Tg St. pariser | Therm. Reaum. frei im Schattin +10° R. | Haar Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Barom. bei +10° R. Tg St. pariser | Therm. Reaum. frei im Schattin +10° R. | Haar Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Barom. bei +10° R. Tg St. pariser | Therm. Reaum. frei im Schattin +10° R. | |
|----------------------|--|---|--------------|-----------|----------------------|---|---|--------------|------------|----------------------|---|---|-----|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 8 33. 56 | + 9. 0° | 18. 0° | aso. 2 | schmgr Nbl | 8 39. 70 | + 8. 0° | 94. 0° | SW. 1 | vrm ThNb | 8 33. 12 | + 4. 0° | 69. |
| | 19 52. 57 | 14. 6 66. 7 | SO. 2 | schoen | | 19 39. 55 | 16. 0 | 78. 1 | wsw. 2 | schoen | 19 55. 59 | 5. 7 | 55. |
| | 9 51. 31 | 16. 4 64. 2 | SO. 1 | schoen | 9 | 9 39. 15 | 15. 2 | 78. 9 | wsw. 2 | schoen | 9 55. 66 | 6. 5 | 48. |
| | 6 50. 97 | 14. 5 75. 7 | SO. 1 | schoen | 6 | 6 38. 85 | 13. 2 | 89. 0 | SW. 1 | sch Abrh | 6 55. 79 | 4. 6 | 51. |
| | 10 50. 84 | 11. 1 87. 6 | oso. 1 | verm | 10 | 10 38. 84 | 11. 1 | 100. 0 | W. 3 | trüb Hg | 10 54. 87 | 2. 1 | 71. |
| | | | | Mgrth | | | | | | | | | |
| | 8 51. 96 | + 10. 3 87. 8 | S. 1 | trüb Nbl | 8 39. 12 | + 10. 2 | 82. 5 | SW. 5 | verm | 8 35. 71 | + 2. 9 | 68. | |
| | 13 52. 89 | 14. 8 87. 9 | SW. 2 | trüb | 13 39. 55 | 10. 5 | 80. 2 | wsw. 4 | trüb | 13 55. 86 | 6. 1 | 53. | |
| | 9 53. 03 | 15. 5 86. 1 | W. 1 | trüb | 10 | 9 39. 61 | 10. 8 | 80. 8 | wsw. 4 | trüb | 9 35. 76 | 5. 5 | 50. |
| | 6 53. 11 | 12. 6 100. | wsw. 1 | trüb Rg | 6 39. 71 | 9. 8 | 76. 1 | W. 3 | trüb | 6 36. 06 | 5. 7 | 75. | |
| | 10 53. 29 | 11. 1 100. | wsw. 1 | trüb Rg | 10 39. 64 | 8. 1 | 90. 0 | aso. 2 | trüb Hg | 10 36. 28 | 2. 7 | 74. | |
| 5 | | | | Regen | | | | | | | | | |
| | 8 54. 76 | + 10. 5 96. 8 | SW. 1 | tb Nb Th | 8 37. 91 | + 7. 9 | 89. 7 | oso. 1 | trüb Rg | 8 36. 57 | + 4. 3 | 92. | |
| | 19 54. 90 | 13. 2 87. 3 | aso. 1 | trüb | 13 37. 56 | 8. 8 | 85. 9 | aso. 2 | trüb | 13 56. 91 | 7. 4 | 71. | |
| | 9 54. 97 | 14. 5 77. 1 | oso. 2 | verm | 11 | 9 37. 96 | 9. 0 | 87. 5 | aso. 1 | trüb | 9 36. 84 | 8. 0 | 67. |
| | 6 55. 05 | 14. 0 98. 7 | SO. 1 | trAb Nb | 6 36. 88 | 9. 1 | 97. 9 | aso. 2 | trAb Abh | 6 37. 19 | 5. 1 | 75. | |
| | 10 55. 34 | 8. 5 95. 7 | SO. 1 | trüb | 10 36. 89 | 7. 9 | 96. 1 | aso. 2 | schoen | 10 36. 93 | 5. 3 | 51. | |
| | | | | Thau | | | | | | | | | |
| | 8 35. 50 | + 9. 2 96. 7 | SO. 1 | trüb Nbl | 8 35. 89 | + 7. 2 | 84. 5 | aso. 1 | sach Mgrth | 8 35. 68 | + 16. 8 | 78. | |
| | 13 35. 25 | 10. 7 98. 0 | N. 1 | trüb | 13 36. 11 | 11. 4 | 70. 7 | S. 1 | trüb | 13 55. 93 | 9. 1 | 69. | |
| | 9 35. 19 | 11. 7 96. 9 | aso. 1 | trüb | 13 36. 08 | 11. 5 | 74. 6 | S. 1 | trüb | 13 55. 88 | 8. 9 | 69. | |
| | 6 35. 75 | 10. 9 99. 6 | aso. 1 | vmAbeNb | 6 36. 10 | 10. 7 | 91. 2 | S. 1 | verm Nbl | 6 35. 74 | 5. 5 | 53. | |
| | 10 35. 58 | 10. 5 99. 8 | aso. 1 | trüb Nbl | 10 36. 50 | 10. 5 | 95. 6 | aso. 1 | trüb | 10 36. 28 | 6. 9 | 75. | |
| 5 | | | | Nobel | | | | | | | | | |
| | 8 35. 68 | + 9. 6 97. 5 | NO. 1 | trüb Duft | 8 36. 89 | + 7. 7 | 89. 8 | S. 1 | sach Nbl | 8 37. 01 | + 7. 0 | 82. | |
| | 13 35. 01 | 18. 7 85. 4 | SO. 2 | schoen | 13 37. 38 | 10. 5 | 75. 1 | S. 1 | trüb | 13 57. 33 | 9. 3 | 73. | |
| | 9 35. 84 | 15. 4 81. 7 | SO. 1 | verm | 15 | 9 37. 47 | 10. 1 | 75. 4 | SW. 2 | trAb Egrtr | 9 37. 16 | 10. 1 | 70. |
| | 6 35. 59 | 12. 6 98. 1 | SO. 1 | verm | 6 37. 57 | 9. 1 | 79. 5 | SO. 2 | sach Abh | 6 37. 10 | 7. 6 | 67. | |
| | 10 32. 03 | 13. 2 95. 6 | aso. 2 | trüb | 10 38. 14 | 7. 7 | 88. 0 | SW. 6 | trüb | 10 37. 37 | 4. 7 | 86. | |
| | | | | Mgrth | | | | | | | | | |
| | 8 31. 16 | + 10. 0 90. 9 | SO. 1 | verm Nbl | 8 36. 24 | + 6. 2 | 71. 7 | SW. 3 | schoen | 8 37. 78 | + 6. 0 | 88. | |
| | 19 30. 67 | 14. 7 76. 4 | SO. 2 | schoen | 13 36. 56 | - 6. 4 | 59. 7 | SW. 4 | verm | 13 57. 61 | 8. 5 | 66. | |
| | 9 30. 61 | 14. 7 73. 0 | oso. 2 | schoen | 14 36. 60 | - 6. 5 | 54. 1 | SW. 4 | schoen | 9 37. 34 | 9. 7 | 65. | |
| | 6 30. 17 | 13. 6 95. 5 | oso. 1 | vmAbeNb | 6 36. 12 | - 6. 8 | 58. 6 | SW. 4 | trAb Abh | 6 36. 91 | 7. 6 | 79. | |
| | 10 30. 10 | 9. 2 98. 9 | oso. 1 | verm | 10 36. 59 | - 6. 2 | 61. 8 | SW. 4 | trüb | 10 36. 67 | 4. 5 | 78. | |
| 7 | | | | Mgrt | | | | | | | | | |
| | 8 30. 25 | + 9. 6 90. 7 | aso. 2 | verm Mgrt | 8 36. 54 | + 5. 4 | 71. 2 | SW. 6 | trAb Egrtr | 8 36. 04 | + 4. 1 | 76. | |
| | 13 30. 53 | 13. 1 84. 1 | SW. 2 | verm | 13 36. 05 | 8. 6 | 66. 5 | SW. 5 | schoen | 13 35. 90 | 8. 3 | 77. | |
| | 3 30. 58 | 15. 8 84. 1 | SW. 1 | verm | 15 | 9 31. 15 | 8. 6 | 63. 6 | SW. 2 | verm | 9 35. 66 | 8. 5 | 79. |
| | 6 30. 58 | 13. 7 99. 4 | SW. 1 | trAb Abh | 6 36. 95 | 7. 0 | 74. 4 | SW. 2 | verm Abh | 6 35. 55 | 9. 1 | 84. | |
| | 10 30. 49 | 13. 0 100. 0 | SW. 1 | trüb Duft | 10 36. 97 | 5. 5 | 81. 4 | SW. 2 | trüb | 10 35. 48 | 8. 9 | 99. | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 30. 45 | + 11. 0 98. 4 | aso. 2 | trüb | 8 36. 74 | + 4. 0 | 73. 1 | aso. 2 | verm Mgrt | 8 36. 45 | + 9. 3 | 94. | |
| | 13 30. 55 | 14. 6 85. 9 | SW. 1 | schoen | 13 36. 82 | 6. 7 | 67. 5 | aso. 2 | trüb | 13 56. 62 | 10. 8 | 90. | |
| | 9 30. 19 | 15. 1 78. 0 | oso. 2 | verm | 16 | 9 30. 81 | 6. 9 | 66. 1 | SW. 3 | verm Rg | 9 36. 53 | 10. 8 | 93. |
| | 6 30. 13 | 13. 1 95. 5 | oso. 2 | trAb Abh | 6 36. 09 | 5. 3 | 74. 6 | aso. 2 | ver Rg Abh | 6 36. 39 | 10. 0 | 97. | |
| | 10 30. 15 | 9. 5 97. 9 | SW. 1 | schoen | 10 31. 69 | 3. 7 | 79. 6 | SW. 2 | heitir | 10 35. 90 | 7. 6 | 92. | |

H DER STERNWARTE ZU HALLE,
ÜHRT VOM OBSERVATOR DR. WINGKLER.

| Term. am. itt R. + 10° | Haar im bei Wind | Wetter | Zeit der Beob. Tg | Barom. bei R. + 10° | Therm. Reaum. frei im Schatten + 10° R. | Haar bei Wind | Wetter | Thermometrograph | | | Wasser- Stand der Saale | Übersicht d Witterung | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|------------|----------------------------|------------------------------|--|---------------------|----------|------------------|--------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------|---------------|--------------|------|----|
| | | | | | | | | Tag | Min. Nachts vorher | Max. Tags | | Tag | Min. Nacht | Max. Tags | | |
| 0 1 69.8 | wsw. 5 | vrm Mgr | 8 54.*** | 15 | 5.0 | 86.5 | SO. | 1 | 5.0 | + 17.0 | 4 5' | heiter | - | | | |
| - 7 54.9 | wsw. 5 | schoen | 13 33.48 | 11.7 | 77.5 | 86.0 | 1 | vrm | 5 | 15.5 | 4 6 | schön | 4 | | | |
| . 5 48.1 | wsw. 5 | vrm Grpln | 55 | 9 33.16 | 16.0 | 75.7 | S. | 1 | schoen | 5 | 14.8 | 4 6 | vrm | 15 | | |
| 4 51.5 | wsw. 5 | sach Abrh | 6 33.29 | 11.4 | 92.0 | 86.0 | 1 | vrm Abr | 4 | 8.0 | 19.0 | 4 5 | trüb. | 19 | | |
| 1 71.2 | SW. 5 | heitr | 10 33.15 | 9.2 | 94.8 | S. | 1 | ub | 5 | 9.0 | 15.7 | 4 6 | Nebel | 15 | | |
| - 9 68.8 | SW. 5 | sach Mgrth | 8 52.91 | + 8.7 | 92.8 | 86.0 | 1 | trüb Nbl | 6 | 9.0 | 15.1 | 4 6 | Thau | 7 | | |
| 1 155.5 | wsw. 5 | schoen | 19 33.35 | 13.3 | 80.0 | 86.0 | 5 | trüb | 7 | 6.8 | 16.3 | 4 6 | Duft | 3 | | |
| . 5 50.5 | SW. 5 | schoen | 96 | 2 31.94 | 12.1 | 76.2 | S. | 2 | vrm | 8 | 9.7 | 15.9 | 4 6 | Regen | 10 | |
| - 7 75.8 | SW. 5 | sach Abrh | 6 30.19 | 10.2 | 88.5 | 86.0 | 5 | schoen | 9 | 6.3 | 16.4 | 4 5 | Reif | 1 | | |
| 7 76.9 | wsw. 5 | heitr | 10 32.27 | 10.4 | 76.4 | 86.0 | 4 | trüb | 10 | 9.7 | 11.5 | 4 5 | Graupeln | 1 | | |
| 5 72.9 | asw. 4 | vrm Mgr | 8 29.91 | + 7.5 | 76.1 | 86.0 | 3 | vrm Mgr | 11 | 7.1 | 9.2 | 4 6 | windig | 8 | | |
| - 4 71.0 | asw. 4 | trüb | 19 29.91 | 9.1 | 74.1 | SW. 5 | 3 | trüb | 12 | 6.0 | 12.8 | 4 6 | stürmisch | 6 | | |
| 0 67.9 | asw. 5 | trüb | 27 | 2 29.10 | 8.5 | 80.9 | asw. 3 | trüb | 13 | 5.7 | 11.2 | 4 6 | Nächte | - | | |
| 1 75.1 | asw. 5 | heitr Abr | 6 29.94 | 7.4 | 78.5 | SW. 5 | 3 | vrm | 14 | 9.3 | 10.0 | 4 6 | heiter | 7 | | |
| 5 54.5 | SW. 5 | trüb | 10 30.58 | 5.9 | 80.6 | SW. 5 | 3 | heitr | 15 | 2.9 | 7.0 | 4 6 | schoen | 9 | | |
| 8 78.8 | asw. 5 | vrm Mgr | 8 30.97 | + 6.5 | 80.6 | asw. 5 | 3 | vrm Mgr | 16 | 0.5 | 6.8 | 4 6 | verm | 9 | | |
| 1 69.7 | SW. 4 | trüb | 13 31.61 | 9.2 | 60.1 | asw. 5 | 3 | trüb | 17 | 1.7 | 8.8 | 4 5 | trüb | 20 | | |
| 9 69.8 | asw. 5 | trüb | 28 | 2 31.62 | 9.0 | 75.8 | SW. 5 | 3 | Rgtypf | 18 | 6.0 | 11.4 | 4 6 | Nebel | 1 | |
| 5 65.0 | wsw. 5 | trüb Abrh | 6 31.44 | 8.5 | 82.2 | asw. 5 | 3 | trüb | 19 | 0.5 | 10.1 | 4 5 | Regen | 4 | | |
| 9 75.3 | asw. 5 | trüb | 10 31.51 | 7.7 | 78.2 | asw. 5 | 3 | trüb | 20 | 5.6 | 9.9 | 4 5 | windig | 5 | | |
| 0 88.1 | SW. 1 | trüb | 8 31.40 | + 5.4 | 87.1 | SW. 1 | 1 | trüb Nbl | 21 | 3.0 | 11.4 | 4 5 | stürmisch | 6 | | |
| 5 72.6 | SW. 1 | trüb | 19 31.11 | 9.3 | 70.6 | SW. 2 | 1 | trüb Nbl | 22 | 4.5 | 14.3 | 4 6 | Nächte | - | | |
| 1 70.7 | SW. 2 | trüb | 29 | 2 30.87 | 9.0 | 70.7 | SW. 1 | 1 | trüb | 23 | 7.3 | 12.9 | 4 6 | heiter | 7 | |
| 4 87.9 | wsw. 5 | heitr Abr | 6 30.46 | 7.2 | 79.8 | SW. 1 | 1 | trüb | 24 | 6.0 | 9.6 | 4 6 | verm | 9 | | |
| 7 86.8 | wsw. 5 | heitr | 10 30.50 | 6.3 | 86.2 | asw. 5 | 1 | trüb | 25 | 5.0 | 9.6 | 4 6 | trüb | 20 | | |
| 0 88.0 | wsw. 5 | Reif Mgr | 8 29.89 | + 5.8 | 81.7 | NW. 1 | 1 | Regen | 26 | 5.0 | 5.8 | 4 6 | Nebel | 1 | | |
| 5 66.2 | SO. 1 | verm Nbl | 13 30.33 | 4.9 | 75.4 | NW. 1 | 1 | trüb Rg | 27 | 5.0 | 6.7 | 4 6 | Reif | 17 | | |
| 7 65.4 | SO. 1 | sach Nbl | 50 | 2 30.85 | 5.9 | 75.3 | NW. 2 | 1 | trüb | 28 | 153.1 | 353.1 | 158.0 | Mgrth | 17 | |
| 6 79.4 | O. 2 | htre Abrh | 6 31.69 | 4.9 | 78.5 | NW. 2 | 1 | trüb | 29 | Mittl | + 5.56 | + 11.33 | 5.54 | Abrh | 19 | |
| 5 78.5 | S. 3 | heitr | 10 31.84 | 5.9 | 78.6 | asw. 3 | 1 | trüb | 30 | 5.0 | 5.8 | 4 6 | Reif | 1 | | |
| 1 76.7 | S. 1 | Thau Mgr | 8 35.69 | + 5.5 | 76.6 | W. 5 | 1 | Regen | 31 | + 5.0 | + 6.7 | 4 6 | Reif | 1 | | |
| 3 77.6 | S. 1 | trüb Nbl | 19 54.05 | 6.1 | 64.9 | wsw. 5 | 1 | trüb | 32 | Sma | 153.1 | 353.1 | 158.0 | Mgrth | 17 | |
| 5 79.8 | S. 1 | trüb Rg | 31 | 2 55.89 | 6.0 | 68.7 | SW. 3 | 1 | trüb | 33 | Mittl | + 5.56 | + 11.33 | 5.54 | Abrh | 19 |
| 1 84.6 | S. 1 | trüb | 6 33.43 | 4.3 | 77.5 | asw. 3 | 1 | trüb | 34 | Min. | 0.5 | Max. | - | Reif | 1 | |
| 9 99.4 | SW. 3 | trüb Rg | 10 33.14 | 3.8 | 78.0 | asw. 4 | 1 | trüb | 35 | + 0.5 | + 17.0 | - | Reif | 1 | | |
| Summ. | Barom. | Therm. | Hygr. | Wind | | Barom. | | Therm. | | Hygr. | | | | | | |
| 3 94.9 | wsw. 5 | trüb Duft | 1- 8 | 15.93.*** | 751 | + 491.0 | 3557.0 | SO | Mittl | 553.*** | + 265 | SW | + 8.066 | SW | | |
| 8 90.5 | wsw. 1 | trüb Nbl | 9-16 | 15158.97 | 341.1 | + 5155.5 | 58 | | | | | | 80.067 | SW | | |
| 8 93.0 | wsw. 1 | trüb | 17-54 | 15444.514 | 278.6 | + 5009.61 | SW | Max. | 537.7 | 782 | wsw | + 16.4 | SO | 100.00 wsw | | |
| 0 97.7 | N. | trüb | 55-51 | 11604.595 | 168.2 | + 5753.90 | SW | Min. | 545.890 | 510 | + 1.7 | 3W | 48.15 | wsw | | |
| 4 94.2 | ono. 1 | heitr | Minut | 51499.*** | 730 | + 1575.0 | 19503.92 | Vrand | 11.*** | 893 | + 14.0 | | 51.87 | | | |

Vom 1 bis 8 October. Am 1. früh rings Cirr. Str. in O hoch, oben heiter, Mittags zieht sich von S nach N übers Zenith ein breiter Cirrusbaum, Nchmittags Cirr. Str. oben ziehend und später wolk. bed. Am 2. meist gleichf. selten wolkig bed., Mittags oben rundl. gefondert, von 6 bis in die Nchts Reg. Am 3. Nchts noch Reg. Mittags wird die Decke wolkig, zieht sich Nchmittags aus W weg und Spt-Abds bed. verwascene Cirr. Str. meist. Heute ist die Sonne in ihrer mittl. Entfernung von der Erde. Am 4. gleiche Decke ist nur Abds oben rundl. gefondert. Es stand heute der Mond in seiner Erdferne. Am 5. früh verhüllt Nebl und Dast Alles; Mittags in O kl. Cirr. Str. auf heit. Grde, W bed., Nchmittags wechseln Cirr. Str. und Cirrus auf heit. Grde, Abds letztere oben eritere unten, Spt-Abds mehr gleichf. als wolk. bed. Am 6. Es wechseln Cirr. Str., die oft verwachsen sind, mit heit. Stellen, Abds bildet sich gleiche düne Decke und später ist es oben heiter, rings unten ein hoher Damm. Am 7. Cirr. Str. bed. meist, Abds wolk. später gleiche Decke, Mittags oben Cirr. Cum. Am 8. früh gleiche Decke, diese löset sich durch Cirr. Str. auf; Tage rings Cum., oben auf heit. Grunde Cirr. Str. Abds und später oben heiter, rings unten einige Cirr. Str. Um 4 U. 44' heute Morgen, stand der Mond im vollen Lichte.

Vom 9 bis 15. Am 9. Cirr. Str. die Morg. meist bed., sieben Tags über oben, unten rings, theils hohe, Cum.; Abds in W ein Damm, drüber heiter, O Cirr. Str. Schleier; Spt-Abds gleiche Decke und von 9½ U. ab heiter Reg. Am 10. viel Cirr. Str. früh, bilden Mittags gleiche Decke die forthält. Seit 9 U. Abds bis in die Nacht, Reg. Am 11. gleiche Decke, weicht Spät-Abds aus W zurück, in O aber bleibt es düsier. Fast den ganzen Tag Reg., Abds fein. Am 12. Morg. rings hoher Damm, oben Gruppen klein gefond. Cirr. Str., diese breiten sich aus und bilden nach Mittag wolkige Decke; Abds ist diese in W gebrochen, es fällt starker Nebl und später herricht gleiche Decke. Am 13. früh rings Cirr. Str., O von Cirrus bed., W heitr; Tags wolk. Decke, einz. Regtrpf.; Abds wie früh, später fast gleichf. bed. Am 14. Vormittags rings ein Damm, oben einige Cirr. Str. auf heit, Grde; Mittags wolkig bed., Nachmittags wie früh, Abds heiter; Spt-Abds wolkig bed. Am 15. früh gleiche, Spt-Abds wolk. Decke; Tags rings Cum. und oben mehr und minder viel Cirr. Str. auf heit. Grde. Um 5 U. 19' Abds hat das letzte Mondviertel Statt.

Vom 16 bis 22. Am 16. wolk. Decke verlässt Nachmittags O u. SW, in O Cum.; Abds ist der Horiz. meist offen, nach 6 wenig Reg.; Spt-Abds heitr. Am 17. Morg. oben wolkig bed., in N düne Cirr. Str. Streifen, in S überm Horiz. offen; Tags rings Cum. oben, theils verwascene, Cirr. Str.; Abds W heiter, sonst rings ein Damm und oben Cirr. Str. auf heit, Grde; Spt-Abds heitr, nach 2 etwa Graupeln. Am 18.

Cirr. Str., früh freifig, Tags klein gesond. auf heit. Grde, Mittgs rings Cum., Abds nur in NÖ einige Cirr. Str., sonst, Spt-Abds ganz, heiter. Der Mond war heute in seiner Erduähe. Am 19. früh düste Cirr. Str. Massen, die nur oben einige heite Stellen lassen; Mittgs wolk. Bed., Nachmittgs wieder Cirr. Str.; Abds heiter, Horiz. stark bedünft und später dünne gleiche Decke. Am 20. Morg. oben Schleier, rings Cirr. Str., Tags wolkig, Spt-Abds gleichf. bed. Am 21. wolk. Decke löst sich Nachmittgs auf und von Abds ab, ist es heitr. Am 22. früh oben Cirr. Str. Schleier, unten stark Nebel, Tags oben heiter, Horiz. belegt; Abds W durch Cirr. Str. bed., sonst, Spt-Abds ganz, heiter. Heute, 9 U. 5⁴ Morg. trat der Neu-Mond ein.

Vom 23 bis 29. Am 23. wolkig und gleichf. Decke wechselt; um 11 früh und von 9 bis in die Ncht, Reg. Am 24. gleiche Decke, Abds löst sie sich schnell durch Cirr. Str. auf und von 8 ab ist der Himmel heiter. Am 25. Morg. Cirr. Str. oben getrennt, unten dicht; Mittgs sind diese sehr verwachsen, Nachmittgs klein gesondert. Abds weiß und in großen Massen, der Horiz. heiter und Spt-Abds herrscht weißer Schleier. Am 26. wolk. Decke ist früh selten geöffnet; Tags dünn und gleichf. Nachmittgs auf der Decke nach SW u. NW Cum. W. Horiz. dagegen offen; Abds unten Cirr. Str., oben heiter und später gleiche Decke. Am 27. der heftige Wind wurde Nachts zum Sturm. Große Cirr. Str. Massen bilden Tags wolkige und gleiche Decke, sind Abds wieder hergestellt und Spt-Abds ist es heiter. Am 28. früh ist N bed. und S unten heiter, oben Cirr. Str. auf heit. Grde, Tags wolk. und von Abds ab gleiche Decke. Am 29. wolk. Decke ist Nachmittgs gleich und lockere Cirr. Str. ziehen drüber hin; Spät-Abds einz. Regtrpf. Um 6 U. 55⁴ heute Abends das erste Mond-Viertel.

Den 30 u. 31. Am 30. seit Nachts bis 9 Morg. Regen; gleiche Decke ist Mittgs wolkig Nachmittgs meist wolkig bed., in O u. N unten Cirr. Str. u. Cum. und darüber offen Stellen; Abds gleiche Decke, einz. Regtrpf., später weißer Cirr. Str. Schleier, horiz. und da matt ein Stern. Am 31. früh viel Cirr. Str.; Mittgs rings hohe Cum., oben sehr heiter, selten kl. Cirr. Str., Nachmittgs rings Cum. und O düste Cirr. Str. Abds wolk., später gleiche Decke und einz. Regtrpf.

Charakteristik des Monats: trübe, feucht, einige kalte Nächte ausgenommen, warm, Süd-West-Wind, bisweilen heftig, ist herrschend, doch brachte gelinder-also einen tiefen Barometerfall.

L

JA

U

Die
haltu
der
naue
tion
here
wickl
in d
darge
inne
der
Säu

")

Ann

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, EILFTES STÜCK.

I.

*Ueber die Verbindung der Essigäure mit dem
Kupferoxyde;*

von

J. J. BERZELIUS *).

Die Lehre von den basischen Salzen und den Verhältnissen, nach welchen sich in diesen die Säure mit der Basis vereinigt, ist für eine vollständige und genaue Kenntniß der Gesetze der chemischen Proportionen von der höchsten Wichtigkeit. In einer früheren Abhandlung habe ich das Verhältniß zu entwickeln gesucht, nach welchem die Menge der Basis in den basischen Salzen fortschreitet, und zugleich dargelegt, daß sich wenigstens in allen den Fällen, die innerhalb meiner Untersuchung lagen, die Multipla der Basis nach der Anzahl der Sauerstoff-Atome der Säure richten, so daß die Verbindung z. B. bei den-

* Aus den Abhandl. d. K. Akad. der Wiss. zu Stockholm 1823,
von F. Wöhler, Dr. M.

jenigen Salzen, deren Säure 3 Atome Sauerstoff enthält, d. h. wo in den Neutralsalzen der Sauerstoff der Säure 3 mal so viel beträgt, als der der Basis, nach ganz anderen Multiplen geschieht als bei denen, wo die Säure 2 oder 4 Atome Sauerstoff in sich schließt. Bei den erstenen wird die Basis gewöhnlich ein Multiplum mit $1\frac{1}{2}$, 3 oder 6, bei den letzteren dagegen mit 2 oder 4. Daher kommt es auch, dass in den Salzen der Sauerstoff des einen Oxydes (d. h. der Säure oder Basis) das Multiplum einer ganzen Zahl vom Sauerstoff des andern ist. Spätere Versuche bewiesen aber, dass einige der Säuren, von denen die vollkommenen 5 und die sogenannten unvollkommenen 3 Atome Sauerstoff enthalten, sich nicht in einem solchen Verhältniss mit den Basen vereinigen, dass ihr Sauerstoffgehalt ein ganzes Vielfache vom Sauerstoffgehalt der Basen ist, sondern dass hier der Sauerstoff der Basen 1, 2, 4 u. 6 Fünftel vom Sauerstoff der vollkommenen und 1, 2 u. 4 Drittel vom Sauerstoff der unvollkommenen Säure beträgt. Mehrere Umstände lassen vermuten, dass in allen diesen sauren Körpern 2 Atome Radikal mit 3 Atomen Sauerstoff zur sogenannten unvollkommenen und mit 5 Atomen Sauerstoff zur vollkommenen Säure verbunden sind. Nimmt man nun an, dass bei der mechanischen Aneinanderlegung der einfachen Atome, einer der Atome des Radikals, um einen zusammengesetzten Atom zu bilden, dieselbe Lage einnimmt, welche ein Atom Sauerstoff würde eingenommen haben, falls die Säure aus einem Atome Sauerstoff mehr und einem Atome Radikal weniger bestände, so kann man sich eine Vorstellung machen, warum die unvollkommenen Säuren in ihren Verbin-

dungen mit Basen dieselben Multipla aufnehmen, als wenn sie 4 Atome, und die vollkommenen, als wenn sie 6 Atome Sauerstoff enthielten; so dass in den überbasischen Salzen der Sauerstoffgehalt der Base $1\frac{1}{2}$ mal so gross als der der unvollkommenen, und $\frac{1}{2}$ mal so gross als der der vollkommenen Säure ist. Beispiele hiezu geben das überbasische salpetrigsaure und salpettersaure Bleioxyd. Wenn es bewiesen wäre, dass in den mit diesen Säuren erhaltenen Salzen der Sauerstoff der Base z. B. den 4ten oder 6ten Theil des Sauerstoffes der Säure betrüge, so ist klar, dass dies für sie eine ähnliche Ausnahme seyn würde, als wenn in den übrigen Salzen dieser Säuren der Sauerstoff des einen Bestandtheiles kein Multiplum einer ganzen Zahl von Sauerstoff des andern ausmachte.

Man kann nun fragen: findet eine solche Ausnahme statt? Die so eben angeführten Regeln sind rein empirisch und sagen nur, dass das bisher Untersuchte sich so verhalte; aber wir kennen keinen Umstand, der dieses Verhältniss zur absoluten Nothwendigkeit machte. Findet man also eine Abweichung von den allgemein vorkommenden Verhältnissen, so verdient diese mit der grössten Aufmerksamkeit und Genauigkeit untersucht zu werden, bevor man sie als Ausnahme betrachten darf. Eine solche nähere Untersuchung einer ähnlichen Ausnahme hat zu der gegenwärtigen Arbeit Veranlassung gegeben.

Rich. Phillips *) hat dasjenige basische essigsaure Kupfersalz untersucht, welches im Handel unter den Namen *Grünspan* vorkommt, und gefunden,

*) *Annals of Phil. New Series T. IV. p. 161.*

dass bei diesem der Sauerstoff der Essigäure $\frac{1}{2}$ mal soviel betrage, als der des Kupferoxydes. Da dies Verhältniss dem oben genannten empirischen Gesetze für die mit Säuren verbundenen Körper widersprach, so unterwarf ich die Verbindungen der Essigäure mit dieser Base einer näheren Untersuchung, und ich glaube, dass das Resultat, zu welchem diese führte, nicht ohne Interesse seyn wird.

Bevor ich jedoch meine eignen Versuche anführe, will ich in der Kürze das erwähnen, was vor mir über diese Verbindungen bekannt war.

Chaptal bemühte sich den Unterschied aufzufinden, welchen der Grünspan aus der Gegend von Montpellier mit dem zeigt, der nach einem anderen Verfahren in Grenoble bereitet wird und in Farbe von dem ersten abweicht. Er zerlegte beide durch trockne Destillation und fand, dass eine Art mehr Kupfer als die andere enthalte, aber für das Verhältniss der Bestandtheile des Grünspans blieb sein Versuch ohne Resultat.

Proust nahm eine gründlichere Untersuchung vor. Er fand, dass in dem mit Essigäure gesättigten Salze das Kupferoxyd 39 pr. C. betrage, aber die verhältnissmässige Menge der Säure und des Krystallwassers konnte er nicht bestimmen. Den im Handel vorkommenden Grünspan sah er anfangs für ein Gemenge zweier verschiedener Salze an, von denen das eine in Wasser auflöslich, das andere aber unlöslich sey; er fand, dass das erstere 0,56 und das letztere 0,44 vom Gewicht des Grünspans betrage, auch dass das unlösliche Salz aus 63 pr. C. Oxyd und aus 37 pr. C.

Säure und Wasser bestehet. Späterhin änderte er jedoch seine Meinung über die Natur dieses Salzes, theils aus dem Grunde, weil es vom Wasser zersetzt wird, theils auch weil es mit Wasser gemengt in das man Kohlensäure leitet, zu neutralem effigsaurem und kohlensaurem Kupferoxyd zerfällt, theils endlich weil es beim Kochen mit Wasser schwarzes Kupferoxyd absetzt. Der letzte Umstand veranlaßte ihn, den Grünspan für eine Verbindung von neutralem kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat anzusehen, die beim Kochen zersetzt werde. Er fand darin 47 Theile neutrales Salz, 23 Thl. Kupferoxyd und 30 Thl. Wasser, Quantitäten, die nahe mit den Resultaten späterer Analysen übereinstimmen.

Thomson berechnete, auf Proust's Versuche gestützt, die Zusammensetzung des neutralen effigsauren Kupferoxydes zu: Kupferoxyd 39,41, Effigsaure 25,12 und Wasser 35,47, und bemerkte in seinem Handbuche, dass er dieses Mischungsverhältniss als das wahre des Salzes anschehe.

Endlich hat R. Phillips diese Verbindung abermals einer näheren Untersuchung unterworfen und für die Zusammensetzung des neutralen Salzes gefunden: Kupferoxyd = 39,2; Effigsaure = 49,2 und Wasser = 11,6, wornach es also aus 1 Atom Kupferoxyd, 2 Atomen Effigsaure und 3 Atomen Wasser besteht *). Die Analyse gab ihm in verschiedenen Versuchen 38,9 bis 39,5 pr. C. Kupferoxyd. Um die Menge der Effigsaure zu bestimmen, zersetzte er das Salz mit Kalkhydrat, fällte die Auflösung mit kohlen-

*) a. a. O. Bd. I. p. 418.

saurem Gas, kochte sie darauf zur Verjagung des überschüssigen Gases und schlug nun den effigsauren Kalk durch kohlensaures Kali nieder, worauf er dann aus der Menge des kohlensauren Kalkes die der Effigstüre berechnete. Hierauf untersuchte er eine ungewöhnliche reine Art von Grünspan auf dieselbe Weise, und erhielt Kupferoxyd 43,25, Effigstüre 28,5 und Wasser 28,45, welches nach Atomen betragen würde: 1 Atom Säure, 1 Atom Kupferoxyd und 6 Atomen Wasser. Als Phillips Grünspan mit Wasser zersetze, fand er, dass sich neutrales effigsaures Kupferoxyd darin auflöste (welches er Binacetate nennt) und dass ein grünes Salz ungelöst zurückblieb, welches seiner Angabe nach aus 2 Atomen Kupferoxyd und 1 Atom Säure besteht, oder in wasserfreiem Zustande aus 0,7619 Kupferoxyd und 0,2381 Effigstüre. Was den schwarzen pulverförmigen Körper betrifft, so lässt er es unausgemacht, ob er Kupferoxyd sey oder ein noch mehr basisches Salz. In allen diesen Analysen von Phillips finden Abweichungen von der früher angeführten empirischen Regel Statt, da nach ihnen in dem neutralen Salze der Sauerstoff des Wassers $\frac{1}{2}$ mal so viel betrüge, als der des Kupferoxydes; im Grünspan der Sauerstoff der Säure $\frac{1}{4}$ mal so viel als der des Oxydes, und in dem basischen Salze, das durch Zersetzung des Grünspans mit Wasser entsteht, der Sauerstoff der Base $\frac{2}{3}$ mal so viel als der der Säure.

I. Neutrales effigsaures Kupferoxyd.

Ich habe angeführt, dass Phillips den Wassergehalt dieses Salzes zu 3 Atomen auf 1 Atom Kupfer-

oxyd angiebt; dies röhrt aber daher, dass er sich hinsichtlich des Atomengewichtes der Effigäure verrechnet hat. Durch meine analytischen Versuche über diese Säure und einige ihrer Verbindungen mit Basen, betrachte ich es für ziemlich ausgemacht, dass sie 0,47 ihres Gewichtes an Sauerstoff enthält, und dass sie neutrale Salze mit einer Menge von Basis giebt, deren Sauerstoff $\frac{1}{3}$ von dem der Säure ausmacht, d. i. $\frac{47}{3} = 15,666$. Phillips fand in dem neutralen Oxydsalze 39,5 pr. C. Kupferoxyd, die zur Sättigung 51,17 Thl. Effigäure erfordern; die übrigen 9,53 Thl. wären alsdann Wasser, welches so nahe als man erwarten kann, mit dem Falle übereinstimmt, dass der Sauerstoffgehalt des Kupferoxydes dem des Krystallwassers gleich sey, also das Salz nur 2 Atomen Wasser enthalte. Wäre dagegen der Sauerstoffgehalt des Wassers nach Phillips Berechnung $1\frac{1}{2}$ mal so gross, als der des Kupferoxydes, so würde das Salz eine sehr verschiedene Zusammensetzung bekommen, wie Folgendes zeigt:

| | mit 2 At. Wasser ; | Sauerstoff- Multipla ; | mit 3 At. Wasser ; | Sauerstoff- Multipla |
|------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Kupferoxyd | 39,76 . . . 1 . . . | 1 | 38,05 1 | |
| Effigäure | 51,22 . . . 3 . . . | 3 | 49,00 3 | |
| Wasser | 9,02 . . . 1 . . . | 1 | 12,95 1 $\frac{1}{2}$ | |

Der Gehalt an Kupferoxyd bleibt offenbar immer derselbe, nach welcher Zusammensetzung auch das Salz berechnet wird. Um mich für den gegenwärtigen Fall nicht bloß auf meine älteren Versuche zu verlassen, nach denen die Zusammensetzung dieses Salzes in meinen chemischen Tabellen berechnet wurden und die in eine Zeit fielen, wo dieser Gegenstand noch nicht streitig war, so unternahm ich einen neuen

Versuch zur Bestimmung der Quantität des Kupferoxydes. Ich bediente mich hiezu der Krystalle eines Salzes, das seine Trockenheit nur durch langes Aufbewahren erhalten hatte. Hundert Theile dieses Salzes wurden in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, die Auflösung abgeraucht und der Ueberschuss der Schwefelsäure über einer Spirituslampe verjagt; es blieb schwefelsaures Kupferoxyd in kleinen glänzenden Körnern zurück, die 79 Thle wogen und bei wiederholter Erhitzung bis zum schwachen Glühen nichts weiter an Gewicht verloren. 79 Thle schwefelsaures Kupferoxyd entsprechen 39,29 Thl. Kupferoxyd, und man sieht, daß das Resultat noch besser mit der Rechnung übereinstimmen würde, wenn man das in den Krystallen, oft in nicht unbedeutender Menge, enthaltene Decrepitationswasser abzieht. Die Zusammensetzung, die ich in den chemischen Tabellen als *Acetas cupricus c. aqua* aufführte, ist folglich richtig.

2. Basische effigsaure Salze, die erhalten werden wenn man den Grünspan mit Wasser behandelt.

Der Grünspan schwillt im Wasser auf, und zergeht zu einem Teig, der aus einer Menge kleiner Krystallschuppen besteht; diese Krystalle verstopfen bald die Poren des Filtrum, so daß es schwer hält den unauflöslichen Theil völlig abzufiltern; die abfiltrirte Flüssigkeit ist im concentrirten Zustande tief dunkelblau. Man kann viel Wasser zu wiederholten Malen mit Grünspan in Berührung bringen, ohne daß er dabei die Intensität seiner Farbe verliert, ein Beweis, daß das Wasser einen schwerlöslichen Körper auszieht. Dieser Umstand, so wie die blaue Farbe des

Flüssigkeit zeigen schon, dass die Flüssigkeit nicht bloß neutrales Salz enthalte, wie es Phillips angiebt. Wird die blaue Flüssigkeit bis nahe zum Sieden erhitzt, so setzt sie eine leberbraune flockige Materie ab, wird grün und enthält alsdann neutrales Salz. Verdunstet man die blaue Flüssigkeit bei einer so gelindenden Wärme, dass sie nicht braun wird, welches im verdünnten Zustande leicht geschieht, so setzt sich an der Oberfläche der Flüssigkeit da, wo diese die Wände der Schale berührt, eine unregelmässige blaue Salzmasse ab, die eine eigne pilzartige Vegetation bildet. Dasselbe Salz entsteht an dem Rande des Filtrums als ein blauer moosartiger Auswuchs. Endlich bleibt nach Verdunstung der Flüssigkeit diese blaue Salzmasse mit Kry stallen vom neutralen Salze gemengt zurück. Bei fortgesetztem Auslöszen des unauflöslichen Theils des Grünspans, läuft das Wasser endlich farblos durch. Auf dem Filter bleibt ein blaues Pulver zurück, das sich gewöhnlich in Berührung mit dem Papier zu schwärzen anfängt.

Kaltes Wasser zersetzt also den Grünspan in 3 verschiedene Salze, nämlich in neutrales eissigsaures Kupferoxyd, in ein auflöchles basisches und in ein unlöslich basisches Salz. Uebergiesst man Grünspan mit warmem Wasser in geringer Menge, so wird die Masse nicht schwarz, die Auflösung ist dunkelblau und enthält sehr viel von dem auflöslichen basischen Salze, das sich beim Erkalten als eine unregelmässige blaue Masse ohne Spur von Kry stallisation absetzt. Wird Grünspan mit einer grösseren Menge Wassers gekocht, so wird es braun; je grösser die Quantität des Wassers war, um so geringere Hitze ist dazu erforder-

lich, so dass es mit sehr vielem Wasser schon bei $+40^{\circ}$ eintritt. Es setzt sich dabei ein braunes überbasisches Salz ab und die Flüssigkeit enthält, wenn sie sehr verdünnt ist, freie Essigsäure und das neutrale Salz.

A. Das in Wasser auflösliche basische Salz wird folgendermassen erhalten:

a) Eine Auflösung des Grünspans in reinem Wasser wird bei sehr gelinder Wärme verdampft, bis sich das Meiste von dem unauflöslichen Salze abgesetzt hat, und nun die mit dem abgeschiedenen Salze vermengte Flüssigkeit so weit erhitzt, dass sich sowohl das neutrale als auch das basische Salz wieder auflöst. Hierauf wird Alkohol hinzugehängt, worauf die Flüssigkeit nach einer Weile gelatinirt, indem sie kleine Krystalle absetzt; diese bringt man auf ein Filter von Cambrik und wascht sie mit Spiritus aus; im trocknen Zustande haben die Krystalle eine bläuliche Farbe.

b) Eine Auflösung von neutralem essigsaurer Kupferoxyde in kochendem Wasser wird so lange mit kaustischem Ammoniak versetzt, bis sich der entstandene Niederschlag wieder aufgelöst hat, darauf filtrirt und zum Abkühlen hingestellt. Hiebei setzt sich das Salz als unkrySTALLisierte Masse ab. Aus der erkalteten Flüssigkeit fällt Weingeist noch viel von demselben, in Gestalt kleiner unregelmässiger Krystallschuppen. Das erhaltene Salz wird mit Alkohol gewaschen um es von anhängendem neutralen Salze zu befreien. Mit kaustischem Kali entwickelt es keine Spur von Ammoniak. Wenn bei der Darstellung dieses Salzes die Auflösung zu sehr verdünnt ist, so wird sie sowohl

beim Abdampfen als auch beim Vermischen mit Alkohol zersetzt und zwar zu neutralem Salze, welches aufgelöst bleibt, und zu unauflöslichem basischem Salze, welches niedersällt und alsdann nicht von dem durch Alkohol gefällten auflöslichen unterschieden werden kann.

Als das auf eine dieser Arten bereitete Salz zu Pulver zerrieben, einige Stundenlang einer Wärme von + 60° ausgesetzt wurde, verlor es in verschiedenen Versuchen 9,5, 10 bis 10,5 pr. C. an Gewicht, und seine Farbe ging dabei etwas ins Grüne über. Das getrocknete Salz ward mit Baryhydrat und Wasser gemengt, eine Weile damit gekocht, darauf filtrirt und das Kupferoxyd gewaschen. Die abgelaufene Flüssigkeit, die Baryt in Ueberschuss enthielt, wurde durch einen Strom von kohlensaurem Gas gefällt und die Flüssigkeit alsdann zur Trockne verdampft. Durch Auflösen des effigsauren Barytes in Wasser wurde der kohlensaure Baryt abgeschieden. Ersterer gab mit Schwefelsäure 0,84 vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Baryt, entsprechend 0,368 Effig säure. Das Kupferoxyd wurde vom Filter durch einen Ueberschuss von Salzsäure aufgelöst. In die filtrirte und zum Kochen erhitzte Auflösung ward zur Abscheidung des Kupfers ein Stück reines Eisenblech gesenkt. Das erhaltene metallische Kupfer ward wohl ausgewaschen, getrocknet und in einen kleinen dazu eingerichteten Apparat gebracht, worin es zuerst in einem Strom von atmosphärischer Luft und dann in einem Strom von Wasserstoffgas geglüht wurde, erstes um die vom Eisen zurückgelassene Kohle völlig zu verbrennen, letzteres um das oxydierte Kupfer zu

reduciren. Auf diese Art wurden 0,3455 vom Gewichte des Salzes an metallischem Kupfer erhalten, welches 0,4519 Kupferoxyd entspricht. In anderen Versuchen wurden 0,866 bis 0,868 vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Kupferoxyd erhalten, und dies giebt ein gleiches Resultat. Das Gewicht des Kupferoxydes und der Effigst ure betragen zusammen 0,7999 vom Gewichte des Salzes; 0,10 hatte dieses bei + 60° verloren, folglich waren noch 0,1001 Wasser im Salze zurückgeblieben, und daraus sieht man, dass dasselbe in der Wärme die Hälfte seines Krystallwassers verliert. 43,19 Th. Kupferoxyd enthalten 8,71 Th. Sauerstoff, und 36,8 Th. Effigst ure von demselben 17,3, d. h. noch einmal soviel als das Kupferoxyd, denn $8,71 \times 2 = 17,42$. Der Sauerstoff des Wassers beider Portionen beträgt zusammen = 17,78, also die Hälfte davon = 8,89, etwas mehr als der Sauerstoff-Gehalt des Oxydes, welcher geringe Ueberschuss gewiss von hygroscopischem Wasser herr hrt. Das in der Hitze getrocknete Salz besteht folglich aus 3 At. Kupferoxyd, 4 At. Effigst ure, und 6 At. Wasser. Der ganze Wasser-Gehalt desselben beträgt 12 Atome, und seine Bestandtheile sind demnach:

| | gefunden | berechnet | Atome | Sauerstoff-Multipli |
|-------------|----------|-----------|-------|---------------------|
| Kupferoxyd | 43,19 | 43,24 | 3 | 1 |
| Effigst ure | 36,80 | 37,14 | 4 | 2 |
| Wasser | 20,01 | 19,62 | 12 | 2 |

B. Das in Wasser unlösliche basische Salz.

Es wird aus dem Grünspan auf die Art erhalten, dass man ihn in Wasser aufl schwellen lässt, und als dann durch grobe Leinwand filtrirt, welche die klei-

nen Krystalle hindurchlässt, die fremden Unreinigkeiten aber zurückbehält. Die Flüssigkeit wird hierauf durch Cambrik filtrirt und so von den Krystallschuppen abgeschieden. Letztere werden wohl ausgepreßt, zuerst einige Mal mit Wasser und dann auf Papier mit Weingeist ausgewaschen. Auf diese Art erhält man eine Masse, die aus kleinen hellblauen glänzenden Schnüppchen besteht, und deren Farbe blauer und reiner ist als die des vorhergehenden auflöslichen Salzes. Bei $+100^{\circ}$ getrocknet, verlieren sie nur eine geringe Quantität hygrokopischen Wassers, und verändern ihr Aussehen nicht. In Wasser schwollen sie wieder zu einer kleisterartigen Masse auf, ähnlich wie der Grünspan.

In einem gewägten Porzellantiegel verbrannt, hinterließ dieses Salz 0,6425 seines Gewichtes an Kupferoxyd. Diese Verbrennung kann man nur mit harten Massen dieses basischen Salzes vornehmen, und man muß dabei den Tiegel so lange bedeckt erhalten, bis die Säure verjagt ist, weil die Masse sonst mit kleinen Detonationen verbrennt, und Kupferoxyd mechanisch vom Gase fortgerissen wird. In einem andern Versuche, wo das Salz mit Schwefelsäure gesättigt, der Ueberschuss verdampft, und die Masse gelinde geglüht wurde, ergaben sich 1,294 Theile vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Kupferoxyd. Diesem entsprechen 0,6436 Kupferoxyd. Eine andere Portion derselben Salzes durch Baryt-Hydrat auf die nämliche Art wie das vorhergehende Salz zersetzt, lieferte 0,63 vom Gewicht des Salzes an schwefelsaurem Baryt, entsprechend 0,276 Essigsäure; für Wasser bleibt darin 0,0804. Der Sauerstoff des Kupferoxydes ist 12,98,

der der Essigsture 12,97, und der des Wassers 7,15; folglich enthalten Säure und Base gleiche Mengen Sauerstoff und das Wasser halb soviel als jede derselben. Das Mischungs-Verhältniss dieses Salzes ist also:

| | gefunden | berechnet | Atome | Sauerstoff-Multipli |
|------------|-------------|-------------|---------|---------------------|
| Kupferoxyd | 64,36 . . . | 64,82 . . . | 3 . . . | 2 |
| Essigsture | 27,60 . . . | 27,83 . . . | 2 . . . | 2 |
| Wasser | 8,04 . . . | 7,35 . . . | 3 . . . | 1 |

Enthielte das Salz 4 Atome Wasser, in welchem Falle man es als aus 1 Atom neutralem wasserfreien Salze mit 2 At. Kupferoxyd-Hydrat zusammengesetzt betrachten könnte, so würde das Kupferoxyd nur 65,27 pr. C. betragen; aber ich habe sowohl mit dem auf diese, als auch mit dem auf andere Weise bereiteten Salze bei der Analyse stets mehr als 64 pr. C. Kupferoxyd erhalten. Ich führe dies deshalb an, weil ich anfangs glaubte, dass die Verschiedenheiten der Farbe, welche dieses Salz zeigt, von einer Verschiedenheit seiner chemischen Beschaffenheit herrühre, nach welcher die blaue Art eine solche Verbindung mit Kupfer-Hydrat darstellte, dagegen die grüne Varietät das gewöhnliche basische Salz sey. Aber die Versuche schienen diese Vermuthung nicht zu bekräftigen. —

Wird eine kochende Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd mit kaustischem Ammoniak vermischt, bis sich der Niederschlag wieder aufgelöst hat, und die Auflösung alsdann eine Zeitlang in einer Temperatur von + 60° erhalten, so setzt sich ein blaues krystallinisches Salz ab, welches von gleicher Zusammensetzung wie das vorhergehende ist. Lässt man darauf

die Flüssigkeit erkalten, so krySTALLisiert neutrales Salz heraus und es setzt sich das auflösliche basische als eine zusammenhängende schwammige nicht krySTALLinische Masse ab.

Wenn eine Auflösung des neutralen Salzes in der Kälte durch Ammoniak mit der Vorsicht gefällt wird, dass sich nicht alle Essigsaure mit Ammoniak vereinigt, so erhält man eine grüne Gallerte, die bei dem Auswäschen hellblau wird, aber nicht im Mindesten krySTALLinisch ist. Sie muss zuletzt mit Weingeist ausgewaschen werden, damit sie sich nicht schwärzt. Sie schwilkt nicht mehr im Wasser auf, was den kleinen KrySTALL-Schuppen eigenthümlich zu seyn scheint. Die Analyse bewies, dass es dieselbe Verbindung wie die zuletzt analysirte war.

Dieses basische Salz habe ich auch auf andere Arten erhalten; als ich z. B. eine Auflösung von neutralem essigsauren Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat macerirte, verwandelte sich dieses nach einigen Stunden in eine hellgrüne, schwere, pulverförmige Masse, die aus der Flüssigkeit genommen und ausgewaschen eine grüne Farbe besaß. Wenn einer concentrirten kochenden Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd kaustisches Ammoniak mit der Vorsicht hinzugesetzt wird, dass kein Ueberschuss von Alkali entsteht, so erhält man einen schweren, körnigen Niederschlag von schmutziger graugrüner Farbe, der sich leicht auswaschen lässt. Unter dem Vergrößerungsglas erscheint dieses Pulver als durchsichtige cubische an den Ecken abgerundete KrySTalle. Beim Erhitzen decrepitiren die Körner. — Alle diese verschiedenen Varietäten mit Schwefelsäure behandelt, liefern von

100 Th. des getrocknetem Salzes, 129,4 Th. an schwefelsaurem Kupferoxyd, und sind folglich alle ein und dasselbe basische effigsaure Salz.

Es ist dies daher diejenige Verbindung, die sich von allen andern basischen Salzen aus Effigsaure und Kupferoxyd am leichtesten bildet, und die grösste Beständigkeit besitzt. Die Effigsaure ist in derselben mit 3 mal soviel Basis als in dem neutralen Salze verbunden. Da bei diesem Salze der Sauerstoff des Krystallwassers nur die Hälfte von dem des Kupferoxydes ausmacht, so versuchte ich ein solches dadurch hervorzubringen, dass ich basisch schwefelsaures Kupferoxyd mit effigsaurem Natron digerirte; aber es wurde keine bemerkbare Zersetzung hervorgebracht.

Durch die Analyse dieser drei Salze haben wir nun gefunden, dass die Verbindung der Effigsaure mit Kupferoxyd nach den für die Säuren mit 3 Atomen Sauerstoff gewöhnlichen Multiplen der Base mit 1, 1,5, 3 vor sich gehen; was kann nun der Grünspan seyn?

3. Grünspan.

Der Grünspan kommt im Handel von verschiedenem Aeußerem vor; er ist bisweilen grün, bisweilen blaugrün und oft schön hellblau. Er ist in Effigsaure auflöslich ohne etwas anderes als mechanisch eingesenkte Unreinigkeiten zurückzulassen; oft hinterlässt er Kupferoxydul und bisweilen in bedeutender Menge. — Im Allgemeinen kann man zwei Hauptvarietäten unterscheiden, deren Farbe sich am Besten im gepulverten Zustande beurtheilen lässt. Welche Verschiedenheiten in der Bereitungsart die-

sen Unterschied hervorbringen, habe ich nicht erfahren können; denn das Material zu meiner Untersuchung erhielt ich von Handlungshäusern, die den Ort der Fabrikation nicht anzugeben wussten. Ich wählte daher zu diesen Untersuchungen die grünste und die am reinsten blaue Art, welche ich erhalten konnte.

1. *Die grüne Art.* Das an der Luft getrocknete Pulver hinterliess beim Verbrennen 44 bis 44,6 pr. C. Kupferoxyd. Nach dem Trocknen bei + 60° blieben 49 bis 50 pr. C. zurück. — Mit Barythydrat analysirt gab das getrocknete Pulver 0,8555 schwefelfären Baryt, und durch die Ausscheidung des Kupfers auf die oben beschriebene Weise 0,4986 Kupferoxyd. Der bei + 60° getrocknete Grünspan besteht also aus:

| | | | |
|------------|-------|--------------------|-------|
| Kupferoxyd | 49,86 | enthält Sauerstoff | 10,07 |
| Eisigflüre | 36,66 | - - - | 17,23 |
| Wasser | 13,48 | - - - | 11,88 |

Dem hier angeführten Wasser-Gehalt sind, außer dem Verlust, auch die Unreinigkeiten hinzugerechnet, welche zu fein zertheilt waren, als daß sie hätten abgeschieden werden können. — Das Resultat zeigt deutlich, daß die Masse ein mechanisches Gemenge war, in welchem das in Wasser auflösliche basische Salz einen Hauptbestandtheil ausmachte. Da dieses Salz durch das Trocknen bei + 60° die Hälfte seines Wasser-Gehaltes verliert, so findet man darin eine neue Bekräftigung für die Gegenwart des in Wasser auflöslichen basischen Salzes, daß diese Art Grünspan beim Trocknen bei + 60° ungefähr $\frac{1}{2}$ seines Gewichtes verliert.

2. Die blaue Art. Ich bekam davon eine ausgezeichnete reine Probe, die sich unter dem Vergrößerungsglaſe nur als aus kleinen glänzenden blauen Krystallſchuppen bestehend zeigte, die auf einander fäſſen. Sie gab ein Pulver von sehr schöner und rein blauer Farbe, ähnlich der, welche von dem gepulverten blauen kohlenſauren Kupfer erhalten wird. Durch Baryt-Hydrat und durch Ausfällung des Kupfers in metallischer Form analysirt, so wie es zuvor angeführt ist, wurden von 100 Th. an der Luft bei + 20° getrockneten Grünſpans erhalten:

| | | | | | |
|------------|-------|--------------------|------|-------|---|
| Kupferoxyd | 43,34 | enthält Sauerstoff | 8,74 | Atome | 1 |
| Effigſäure | 27,45 | - | - | 12,90 | - |
| Wasser | 29,21 | - | - | 25,97 | - |

Dieses Resultat stimmt also mit dem von Phillips gefundenen überein, und beweift, dass in dem blauen Grünspan der Sauerstoff der Effigſäure $1\frac{1}{2}$ mal, und der Sauerstoff des Wassers 3 mal soviel beträgt wie der der Base. Die Ausnahme von dem empirischen Gesetze findet folglich bei dieser Verbindung wirklich Statt. So lange sie aber allein dasteht, ist es nicht leicht zu entscheiden, ob das Salz wirklich eine von der Regel abweichende Zusammensetzung besitzt, oder ob seine Bestandtheile nur als auf eine mehr verwickelte Art zusammengetreten angesehen werden müssen und dennoch mit der Regel übereinstimmen.

Ohne ein entschiedenes Gewicht darauf legen zu wollen, werde ich hier anführen, auf welche Art ich versuchte diese Erscheinung zu erklären. Ich trocknete gepulverten blauen Grünspan bei + 100° im Wasserbade, so lange er am Gewichte verlor, worauf

aus-
grö-
nen
nder
rein
ver-
arch
s in
führt
ge-

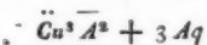
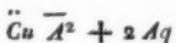
s ge-
nuen
und
der
Setze
Statt.
t zu
egel
eine
Art
den-

n zu
ich
ock-
im
rauf

0,7655 zurückblieben. Das Pulver war zusammengefallen, sein Volumen sehr verringert, und seine Farbe schön grün geworden. Diese 76,55 pr. C. vom Gewichte des Salzes bestehen, nach dem was ich schon anführte, aus:

| | | | |
|-------------|-------|--------------------|------|
| Kupferoxyd | 43,34 | enthält Sauerstoff | 8,74 |
| Eissigfäure | 27,45 | - | - |
| Wasser | 5,76 | - | - |

Der Sauerstoff des Wassers steht darin in einem bestimmten Verhältnisse zu den des Kupferoxydes; setzen wir aber vorans, der blaue Grünspan verwandle sich beim Entweichen des Wassers in neutrales Salz und in dasjenige basische, bei welchem die Säure von 5 mal soviel Basis gefügt ist als bei dem neutralen, beide mit dem gewöhnlichen Gehalte an Krystillwasser versehen, so besteht das Gemenge aus einem Atome des einen und einem Atome des andern, nämlich aus:



d. h. das Kupferoxyd darin enthält 8 At. Sauerstoff, und das Wasser 5; aber nun ist $8 : 5 = 8,74 : 5,46$. Dass der Wasser-Gehalt etwas zu geringe ausgefallen ist, kommt wahrscheinlich daher, dass jeder Grünspan etwas von dem unauflöslichen basischen Salz enthält, und die Berechnung einen vollkommen reinen Grünspan voraussetzt. Es ist also ziemlich klar, dass schon eine Temperatur von $+60^\circ$, ohne Mitwirkung des Wassers, den Grünspan in 1 Atom neutrales und 1 At. basisches Salz zersetzt. Wir haben ferner gesehen, dass sowohl kaltes als warmes Wasser dieselbe

Veränderung hervorbringen, es beruht also diese Verbindung auf ganz schwacher Verwandtschaft ihrer Bestandtheile unter sich.

Mein erster Gedanke war, dass bei der Bereitung dieses Präparates der Zutritt des Sauerstoffs so beschränkt werde, dass er nur zur Bildung von effigfaurem Kupferoxydul ($Cu\bar{A}$) hinreiche und dass dieses alsdann, an der Luft oxydiert, ein Oxyd-Salz bilden würde. Bei diesem Vorgange, welcher dem ähnlich ist, den man in der Mineralogie Epigénie nennt, könnte das schon feste Oxydul-Salz oxydiert, und die Bestandtheile mechanisch in Proportionen zusammengehalten werden, wie es bei der freien Beweglichkeit jener nicht stattfinden kann. Ich habe gefunden, dass wenn Grünspan in Destillations-Gefäßen nach und nach erhitzt wird, man bei einer gewissen Periode einen weißen Sublimat erhält, der bisweilen die Kugel der Retorte mit einer leichten wolleartigen Krystallisation ausfüllt. Dieses Sublimat ist wasserfreies effigfaures Kupferoxydul ($Cu\bar{A}$). Ich setzte es Versuchweise der feuchten Luft aus, um dadurch Base und Säure auf die Art wie im Grünspan ($Cu\bar{A}$) vereinigt zu erhalten, aber es veränderte sich nicht. Durch Wasser wird es zersetzt, es scheidet sich Kupferoxydul-Hydrat als ein gelbes Pulver ab, und neutrales Oxydsalz löst sich in dem Maafse auf, als das Oxydsalz an der Luft Sauerstoff anzieht. — Ich schichtete hierauf reine Kupferplatten, die mit einem Teige aus neutralem effigfauren Kupferoxyde und Wasser belegt waren, auf einander und ließ sie so

zwei Monate lang in einer Luft stehen, die zuweilen gewechselt aber stets bis zum Maximum feucht gehalten wurde. Nach Verlauf dieser Zeit waren die Platten mit einer Kruste kleiner seidenartig glänzender blauer Krystalle von Grünspan bedeckt, die, abgenommen und an der Luft getrocknet, vollkommen dasselbe analytische Resultat wie der im Handel vorkommende Grünspan gaben. Es wird dadurch die Idee einer Epigenie völlig widerlegt, und es geht daraus hervor, daß das Kupfer in Verbindung mit Sauerstoff und Wasser sich mit dem neutralen Salze vereinige. — Dadurch wurde mir nun Proust's Idee wahrscheinlicher, den Grünspan als eine Verbindung des neutralen Salzes mit Kupferoxydhydrat und Krystallwasser zu betrachten. Ich suchte schon früher zu beweisen, daß das blaue kohlensaure Kupfer (Kupferlasur) aus 1 At. Kupferoxydhydrat und 2 At. neutralem kohlensauren Kupfer bestelle, und daß der künstliche kohlensaure Zink und die Magnesia alba ähnliche Verbindungen von Hydrat mit Carbonat seyen *). Kürzlich fand ein englischer Naturforscher **) ein blaues krystallisiertes Mineral, das aus 1 Atom schwefelsaurem Bleioxyde und 1 At. Kupferoxydhydrat zusammengesetzt war. ($Cu\,Aq^2 + Pb\,S^2$). Wäre es wohl weniger möglich, daß sich Kupferoxydhydrat unter günstigen Umständen mit eßigsaurem Kupferoxyde verbinde? Man würde einwenden können, die Menge des Wassers sey grösser als zur Bildung des

*) Afhandl. i Fysik etc. VI. 12 u. f.

**) Brooke, Annals of Philosophy, Aug. 1822. p. 118.

Hydrates nöthig ist; aber eben so verhält es sich auch mit den eben angeführten Zink - und Talkerde-Verbindungen, und es kann als keine Ungereimtheit betrachtet werden, wenn man den Ueberschuss für das Krystallwasser der doppelten Verbindung ansieht. In diesem Falle wäre die Formel für den Grünspan nicht $\text{Cu} \overline{A} + 6\text{Aq}$, sondern $\text{Cu} \overline{A^2} + \text{Cu Aq}^{12}$ *). Man würde noch hinzusetzen können, daß wenn die Verbindung nach der ersten einfachen Formel zusammengesetzt sey, man keine so grosse Beweglichkeit ihrer Bestandtheile erwarten dürfe, zufolge welcher sie durch die geringste Kraft in andere Verhältnisse zusammenetreten.

4. Das schwarze basische effigsaure Kupferoxyd.

Wenn eine verdünnte Auflösung des löslichen basischen Salzes erhitzt wird, so fällt eine flockige leberbraune Materie nieder, die auf das Filter gebracht nach dem Auswaschen und Trocknen schwarz wird und stark absärbt. Sie geht leicht durch das Filter und macht die Flüssigkeit trübe sobald sie anfängt ausgewaschen zu seyn. Man kann das Auswaschen so lange fortsetzen wie man will; die Flüssigkeit enthält dessen ungeachtet immer etwas von dem durchgegangenen Körper, und verdunstet man sie, so bleibt auf dem Glase eine dünne durchscheinende farblose Haut

*) Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, daß es Verbindungen mit noch mehr Kupferoxydhydrat gebe, denn ich fand auf dem von mir bereiteten Grünspan Flecken von einer tiefen und reinen dunkelblauen Farbe, die jedoch für eine Untersuchung in nicht hinreichender Menge vorhanden waren.

zurück, die einem Ueberzug von Firnis ähnlich ist. Diese röhrt von der Auflösung des braunen Körpers in Wasser her.

Wird zur Bereitung dieses Körpers der Grünspan oder das unauflösliche basische Salz mit Wasser gekocht, so ist die durchlaufende Flüssigkeit leichter klar zu erhalten, aber der Niederschlag enthält alsdann beständig einen Anteil von dem unauflöslichen grünen Salze, der nicht zerstetzt ward.

100 Th. dieses schwarzen basischen und bei + 65° getrockneten Salzes durch Barythydrat und durch Ausfällung des Kupfers mit Eisen analysirt, lieferten 5,6 bis 5,7 Theile schwefelsauren Baryts und 91,6 bis 92,5 Kupferoxyd. In einem andern Versuche mit Schwefelsäure zerstetzt, wurden 183,95 Th. schwefelsauren Kupferoxyds = 91,46 Kupferoxyd erhalten. Die Mittelzahl davon ist 92 pr. C. Kupferoxyd, dessen Sauerstoff = 18,55. 5,6 schwefelsaurer Baryt entsprechen 2,45 Essig säure, deren Sauerstoff gleich 1,151 ist; aber $1,151 \times 16 = 18,416$. Für das Wasser bleibt 5,55, dessen Sauerstoff 4,934 ist, welche wieder ein wenig mehr ist als das 4fache des Sauerstoffs der Essig säure, oder etwas mehr als $\frac{1}{4}$ des im Kupferoxyde vorhandenen. Dieses Salz besteht daher aus

| | gefunden | berechnet | Atome |
|-------------|-------------|-------------|-------|
| Kupferoxyd | 92,00 . . . | 92,30 . . . | 24 |
| Essig säure | 2,45 . . . | 2,44 . . . | 1 |
| Wasser | 5,55 . . . | 5,26 . . . | 12 |

Folgendes ist summarisch das Resultat der hier aufgeführten Untersuchungen:

1. die Essig säure kann sich mit Kupferoxyd in folgenden Verhältnissen verbinden, als

| | |
|--|---|
| 1. Neutrales effigsaures Kupferoxyd | $= \ddot{\text{C}}\text{u} \overline{\text{A}}^2 + 2 \text{Aq}$ |
| 2. Blauer Grünspan | $= \ddot{\text{C}}\text{u} \overline{\text{A}} + 6 \text{Aq}$ |
| 3. Auflösliches basisches Salz | $= \ddot{\text{C}}\text{u}^2 \overline{\text{A}}^4 + 12 \text{Aq}$ |
| 4. Unauflösliches basisches Salz | $= \ddot{\text{C}}\text{u}^2 \overline{\text{A}}^2 + 3 \text{Aq}$ |
| 5. Schwarzes oder braunes basisches Salz | $= \ddot{\text{C}}\text{u}^{24} \overline{\text{A}} + 12 \text{Aq}$ |

Wird die Quantität der Base in dem neutralen Salze als Einheit angenommen, so multiplicirt sich die Menge der Base gegen dieselbe Quantität Säure mit $1\frac{1}{2}$, 2, 3 und 24. In dem ersten Salze nimmt die Base doppelt so viel Säure auf wie in dem zweiten, und in dem dritten doppelt so viel wie in dem vierten.

2. Von allen diesen hat das zweite Salz die einfachste Zusammensetzung, und besteht, dem Gewichte der Bestandtheile nach, aus der kleinsten Anzahl einfacher Atome; aber ungeachtet der scheinbaren Einfachheit dieser Verbindung, ist sie dennoch die am wenigsten beständige.

Bei $+60^\circ$ Wärme wird dieses Salz unter Verlust eines Theiles seines chemisch gebundenen Wassers zu einem Atom des ersten, und zu einem Atom des vierten Salzes zersetzt; durch eine hinlängliche Quantität kalten Wassers hingegen zu einem Atom des ersten, zu einem Atom des dritten, und zu 2 At. des vierten Salzes; endlich zerfällt es durch eine hinreichende Menge kochenden Wassers in eine große Anzahl Atome des ersten Salzes und in einige des fünften. Diese Umstände, verbunden mit dem, daß in diesem Salze der Sauerstoffgehalt der Säure von dem der Base kein Multiplum mit einer ganzen Zahl ist, sondern mit $1\frac{1}{2}$, machen es wahrscheinlich, daß der blaue Grünspan keine so einfache Zusammensetzung habe wie es die zuvor gegebene Formel andeutet, sondern daß es eine Verbindung des ersten Salzes mit Kupferoxydhydrat und Krystallwasser sey. Die Formel für ihn wäre deshalb $\ddot{\text{C}}\text{u} \overline{\text{A}}^2 + \ddot{\text{C}}\text{u} \text{Aq}^2 + 10 \text{Aq}$, in welcher durch das letzte Glied das Krystallwasser von dem Wasser unterschieden ist, welches sich gegen das Kupferoxyd wie eine Säure verhält.

II.

*Kann das menschliche Auge überhaupt und in welchem Grade der Deutlichkeit unter dem Wasser sehen? *)*

vom

Hrn. Hofrath MUNKE, Prof. der Physik zu Heidelberg.

Bei der neuen Bearbeitung des Gehlerschen Wörterbuches der Physik musste diese Frage, welche vor einigen Jahren Gegenstand mehrerer Discussionen war, nothwendig zur Untersuchung kommen, und ich nahm mir daher vor, sie so weit wie möglich bestimmt zu beantworten, um so mehr, als die bisher bekannten Erfahrungen und darauf gestützten Behauptungen einander scheinbar widersprechen, indem einige eben so bestimmt die Möglichkeit des Sehens unter Wasser annehmen, als andere dieselbe verneinen.

Die nächste Veranlassung zu der eben erwähnten Untersuchung dieser Frage hat dasjenige gegeben, was in diesen Annalen **) über dieselbe mitgetheilt ist, und außer welchem ich den Gegenstand im Verhältniß gegen die Ausführlichkeit verwandter Untersuchungen kaum erwähnt finde. Am frühesten hat der

*) Vorgelesen in der Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde zu Heidelberg.

**) Bd. XXXIV. p. 34; 36; 43; 59. Bd. XXXVI. p. 376.

gelehrte und scharfsinnige Huygen's *) die Frage aufgeworfen, und auf eine eigenthümliche Weise kurz, im Ganzen aber sehr genügend beantwortet. Er sagt nämlich, dass durch das Wasser diejenige Brechung des Lichtes wegfalle, welche dasselbe beim Eintritt in die wässrige Feuchtigkeit des Auges erleide, weil das Brechungsvermögen beider, des Wassers und der wässrigeren Feuchtigkeit im Auge gleich sey (den Einfluss der Cornea als unbedeutend vernachlässigt). Hiernach müsse diese also durch ein Glas ersetzt werden, welches mit der Cornea gleiche Krümmung habe, also durch eine biconvexe Linse von 0,3 Z. Brennweite, durch welche Taucher unter Wasser sehen würden. Uebrigens sey das Sehen unter Wasser nicht anders, als wenn ein sehr alter Mann (welches so viel ist als ein sehr weitfichtiger) durch ein nahe vor das Auge gehaltenes starkes Hohlglas sehen wollte. Smith **), indem er von gleichen Grundsätzen ausgeht, giebt eine richtigere Anweisung. Er sagt nämlich: das Licht werde, aus der Luft in das Auge fallend, durch die wässrige Feuchtigkeit in einen hinter der Retina liegenden Brennpunkt vereinigt, und dass das Bild die Retina erreiche, sey dann eine Folge der abermaligen Brechung durch die Krystalllinse. Dicemnach müsse unter Wasser die Brechung durch die wässrige Feuchtigkeit des Auges mittelst einer Glaslinse ersetzt werden, deren Brennweite für Lichtstrahlen, welche aus Wasser in Glas fallen, derjenigen gleich sey, welche die wässrige Feuchtigkeit des Au-

*) Dioptr. p. 118.

**) Optik übers. von Kaestner, p. 375.

ges für die aus der Luft einfallenden Lichtstrahlen giebt. Indem dann das Brechungsverhältniss aus Wasser in Glas = 9 : 8 angenommen wird, so ergiebt die Rechnung, dass der Halbmesser jeder Krümmung einer biconvexen Linse, wodurch das Sehen unter Wasser möglich werden würde, dem Halbmesser der Krümmung der Cornea gleich seyn müsse.

Nach Huygens finde ich die Sache zuerst wieder durch La Hire erörtert, welcher die Frage aus theoretischen Gründen dahin beantwortet, dass wohl kein deutliches Bild auf der Retina erzeugt werden könne, weil die dem eigenthümlichen Baue des Auges zukommende Brechung des Lichtes aus der Luft in dasselbe wegsalle. Ein höchst unvollkommener Versuch soll diesen Satz erweisen. La Hire nahm nämlich eine Katze, tauchte ihre Augen im Wasser unter, und bemerkte dabei eine starke Erweiterung der Pupille, welches ihm zu beweisen schien, dass das Thier sich vergebens bemüht habe ein deutliches Bild zu erhalten *). Die Physiologen dürften aber gegen diesen Schluss mit Grunde gar vieles einzuwenden haben.

Es scheint mir in der That etwas auffallend, dass seit jener langen Zeit, bei den unglaublich zahlreichen Untersuchungen über das Sehen und die Bedingungen desselben, gerade dieser specielle Gegenstand überall nicht eigentlich weiter erörtert ist. Man findet zwar häufig die unbefechtbare Wahrheit wiederholt, dass die Augen der Fische für das Medium, worin sie zu sehen bestimmt sind, eingerichtet, d. h.

*) Mém. de l'Acad. de Par. 1709. p. 95.

mit einer kugelförmigen und aus stark brechenden Flüssigkeiten bestehenden Linse versehen seyen, und sich daher am meisten von denen der Raubvögel unterscheiden, welche noch in sehr verdünnter Luft scharf sehen; allein beide Sätze werden bloß im Allgemeinen und ohne nähere scharfe Bestimmungen aufgestellt.

Fast ein volles Jahrhundert nach La Hire's, seitdem allgemein angenommener, Behauptung veranlaßte eine beiläufige Aeusserung Nicholson's über Franklin's Anweisung zum Erlernen des Schwimmens *) mehrere geübte Taucher die Resultate ihrer Erfahrungen über das Sehen unter dem Wasser auszusprechen **); allein es ist dabei gewiß im höchsten Grade auffallend, daß die, mit der größten Zuverlichkeit und durchaus keinem Zweifel gegen ihre moralische Wahrheit unterliegenden Behauptungen der Empiriker einander schnurstracks widersprechen, indem so ziemlich gleich viele bestimmt versichern, sie könnten unter Wasser sehen, als andere dagegen die Möglichkeit gänzlich leugnen. Dieses veranlaßte den, für die Wissenschaft viel zu früh verstorbenen Gilbert mit einigen Bekannten eine Reihe von Versuchen anzustellen ***) , wodurch die Sache genan genommen eben so bestimmt entschieden ist, als durch die von demselben aus optischen Gründen entlehnte

*) Gilb. Ann. XXXIV. 34.

**) Man findet alles hierüber Vorhandene in den oben angeführten Stellen der Ann. d. Phys.

***) Ann. XXXVI. 375.

theoretische Entscheidung *). Weil indes bei einer so interessanten Frage der Widerspruch unter den entgegengesetzten Behauptungen einmal besteht; so scheint es mir nicht überflüssig, dieselbe nochmals genau zu erörtern, um wo möglich die Theorie und die widersprechenden Erfahrungen mit einander zu vereinigen.

Es sey zu diesem Ende in möglichst genauen Bestimmungen: **)

| | |
|--|--------------------|
| der Halbmesser der Cornea | = $\varrho = 3,75$ |
| der Halbmesser der vorderen Linsenfläche | = $r = 3,00$ |

*) Ann. XXXIV. 34. Dasselbst heifst es: „Lichtstrahlen, welche „aus dem Wasser in das Auge treten, leiden nämlich eine „weit schwächere Brechung, als beim Uebergange aus der „770 mal dünneren Luft. Die von einem leuchtenden Punkte ausgehenden Strahlen, welche aus dem Wasser in das „Auge treten, werden folglich weit hinter der Netzhaut zusammengedrängt werden, und es scheint also, nach diesen Gründen der Optik, es sey nicht möglich, „unter Wasser anders deutlich zu sehen, als wenn man ein „Glas zu Hülfe nimmt, das den Strahlen schon vor dem Auge „eine convergirende Richtung giebt, d. h. eine stark convexe „Glaslinse.““

**) Man bedient sich bei den Bestimmungen der Dimensionen des Auges und seiner Theile meistens der durch Jurine aus den Petit'schen Messungen auf englische Decimalzolle reducirten Größen. Hier werden aber die ursprünglichen, durch Petit aus seinen zahlreichen Messungen erhaltenen mittleren Größen in pariser Duodecimallinien genommen, und die Brechungen der Flüssigkeiten nach den neuesten Bestimmungen durch Choffat, Brewster u. a., wie ich sie für den Artikel: Auge im neuen Gehler aufgesucht habe.

| | |
|--|---------------------|
| der Halbmesser der hinteren Linsenfläche | $= r = 2,115$ |
| der Abstand der Linse von der Cornea | $= a = 1,115$ |
| die Dicke der Linse | $= b = 2,1100$ |
| das Brechungsverhältnis aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit | $= n : 1 = 1,337$ |
| aus der wässerigen und gläsernen Feuchtigkeit in die Kryalllinse | $= m : 1 = 1,049$ |
| das Brechungsverhältnis von Wasser in die wässerige Feuchtigkeit | $= w : 1 = 1,00075$ |

so ist ohne Rücksicht auf die Linse für das Sehen außer den Wasser, wenn der gesehene Gegenstand sich in der Entfernung $= d$ vom Auge befindet, der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen $f = \frac{nd\varrho}{(n-1)d-\varrho}$; wo sich dieselben zum Bilde vereinigen würden, wenn die Kryalllinse die convergirenden Lichtstrahlen nicht abermals bräche. Setzen wir dann

$$x = \frac{nd\varrho}{(n-1)d-\varrho} - a; \text{ und der Kürze wegen}$$

$$\frac{a}{\beta} = \frac{mr' - (m-1)r'b}{(m-1)mr - (m-1)^2b + m(m-1)r'}, \text{ so ist der Abstand des Brennpunktes von der hinteren Fläche der Kryalllinse } z = \frac{\alpha x - rr'b}{\beta x - (m-1)rb + mrr'}, \text{ woranach der Abstand der Cornea von der Retina } = z + a + b \text{ seyn wird *). Der numerische Werth dieser Formel nach den oben gegebenen Bestimmungen, und } d = 10 \text{ parisi. Zoll gesetzt, giebt } f = 16,115982; \text{ also } x = 15,11482;$$

$$\frac{a}{\beta} = \frac{7,6225}{0,2779} \text{ und } z = \frac{100,467}{11,53824} = 8,707$$

*) Vergl. Olbers de mutationibus oculi internis. Gott. 1780. 4.

somit also den Abstand des Bildes von der Cornea in par. Duodecimallinien $= 8,707 + 2 + 1,25 = 11,957$, für die durch Petit und andere gefundenen Dimensionen etwas zu gross, was aber hier nicht in Betracht kommt, und aus anderweitigen, hier nicht näher zu erörternden Gründen erklärliech ist.

Berechnen wir dann ferner den Werth von f , oder die Weite des Brennpunktes für die aus einer Entfernung von 10 Zoll aus Wasser auf die Cornea fallenden Lichtstrahlen, indem in der Formel statt n der oben angegebene Werth von w substituirt wird; so findet sich $f = -125,043$, d. h. die aus einer Entfernung von 10 Z. aus Wasser auf die Cornea fallenden Lichtstrahlen werden durch die Wölbung derselben und die brechende Kraft der wässerigen Feuchtigkeit gar nicht vereinigt, sondern würden in der Entfernung von 10 Z. einen Brennpunkt bilden,, wenn sie aus einer Entfernung von 10 Zoll 3 L. kämen. Es ist also hieraus an sich schon klar, dass das Brechungsvermögen der Linse nicht hinreichen kann, um diese Lichtstrahlen auf der Retina zum Bilde zu vereinigen, man mag das Vermögen des Auges, sich für ungleiche Entfernungen einzurichten, auch noch so gross annehmen.

Sucht man ferner aus dem so eben gefundenen Werthe von f den von x , und hieraus z nach der oben angegebenen Formel; so ergiebt die Rechnung $z = 27,54$ Lin., wornach also die Vereinigung der Lichtstrahlen zum Bilde diejenige, in welcher die aus der Luft in das Auge fallenden Lichtstrahlen ein Bild erzeugen, um etwas mehr als das Dreifache übertrifft. Hieraus ergiebt sich, dass unter Wasser befindliche

Gegenstände kein Bild auf der Retina erzeugen, mit hin auch nicht eigentlich gesehen werden können.

Ehe ich versuche, die ohne Zweifel nicht erdichteten oder in der Absicht zu täuschen ausgesprochenen Behauptungen des Gegentheils hiermit wo möglich zu vereinigen, sey es erlaubt, im Verfolge der theoretischen Betrachtungen zuvor die Form einer Linse zu bestimmen, deren sich Taucher zum Sehen unter Wasser bedienen müßten. Die Aufgabe ist nicht schwer. Wir haben nämlich oben gesehen, daß die Wirkung der Cornea und der wässerigen Feuchtigkeit derjenigen einer Glaslinse zu vergleichen ist, welche die von einem in 10 Z. Entfernung befindlichen Gegenstände aus der Luft eindringenden Lichtstrahlen in einem Abstande von 16,"3982 zum Bilde vereinigt. Indem diese Wirkung aber bis auf eine Kleinigkeit beim Sehen unter Wasser wegfällt; so muß diejenige Linse gesucht werden, welche diese Vereinigung wieder hervorbringt. Zur Erleichterung der Rechnung wird es erlaubt seyn, auf die zwischen der Linse und dem Auge gebildete biconcave Wasserlage keine Rücksicht zu nehmen, um so mehr, als auch der Einfluß der Cornea nebst der wässerigen Feuchtigkeit des Auges unberücksichtigt bleibt. Es sey dennach der Abstand des zu sehenden Objectes von der Linse

$$= d = 10 \text{ Z.}$$

der gemeinschaftliche Halbmesser der Krümmungen beider Flächen der Linse $= r$

die brechende Kraft des Glases $= m = 1,55$
des Wassers $= n = 1,337$

so ist die Brennweite derselben

$$f = \frac{n d r}{2(m-n) d - n r}.$$

Indem hierin aber f bekannt ist; so findet man die unbekannte Gröſſe

$$r = \frac{2(m-n) f d}{n(f+d)} = \frac{838,276}{182,3644} = 4,6 \text{ Lin.}$$

Es wäre also eine Loupe für das gesunde Auge zum Sehen unter Wasser erforderlich.

Huygens verglich in der oben erwähnten Stelle das Sehen unter Wasser mit dem Sehen eines Weitsichtigen durch eine sehr scharfe Lorgnette. Dieses ist allerdings richtig, begreift aber zwei entgegengesetzte Bedingungen, indem die Schärfe der Lorgnette und die Weitsichtigkeit des Auges, beide einander entgegengesetzt, in ein gewisses mittleres Verhältniss kommen müßten, um eine solche Undeutlichkeit des Sehens hervorzubringen, als diejenige ist, welche durch den Einfluss des Wassers auf die Brechung der Lichtstrahlen verursacht wird. Nehmen wir dagegen das normale Auge an, und dessen Weite des deutlichen Sehens = 10 Z.; so würde für dieses unter Wasser eine Undeutlichkeit entstehen, als wenn es beim gewöhnlichen Sehen sich einer biconcaven Linse bediente, deren Zerstreuungsvermögen das Vereinigungsvermögen der wässrigen Feuchtigkeit gerade aufhöbe, oder deren negative Brennweite der positiven jener erwähnten biconvexen gleich wäre, also deren beide gleiche Flächen einen Radius von 16,“3982 hätten. Mit einer solchen biconcaven Linse läßt sich der Versuch des Sehens unter Wasser

ohne die damit verbundenen anderweitigen Hindernisse künstlich nachahmen.

Hieraus lässt sich endlich auch die Frage beantworten, wie kurzichtig jemand seyn müfste, wenn er ohne den Gebrauch einer biconvexen Linse fähig seyn soll, unter Wasser deutlich zu sehen. Dass nämlich Kurzsichtige dieses Vermögen mehr besitzen als Weitsichtige, geht aus den angestellten Betrachtungen von selbst hervor. Um die aufgeworfene Frage zu beantworten, darf man nur berücksichtigen, dass ein Kurzsichtiger dann unter Wasser deutlich sehen würde, wenn er sich beim gewöhnlichen Sehen einer so eben bezeichneten biconcaven Linse bediente. Liefse er diese dann unter Wasser weg; so würden die Lichtstrahlen in seinem Auge auf gleiche Weise ein scharfes Bild erzeugen, als beim gewöhnlichen Sehen durch eine solche biconcave Linse. Aus der Theorie der Brillen ergiebt sich aber, dass: wenn die Brennweite der Linse $= f$; die Weite des Sehens beim normalen Auge $= b$; die Entfernung, in welcher das kurzichtige Auge deutlich sieht $= d$ ist; so muss $f = \frac{db}{b-d}$ seyn. Hieraus findet man leicht den Grad der Kurzsichtigkeit, oder den erforderlichen Ort des Bildes durch eine biconcave Linse $= d = \frac{fb}{b+f}$; und wenn man hierin die Weite des deutlichen Sehens $= 10$ Zoll; die negative Brennweite der Lorgnette $= 16,5982$ Lin. setzt; so findet sich der Grad der Kurzsichtigkeit $= 1$ Z. $2,4268$ Lin. genau. Aus dieser Grösse können wir abermals in genäherten Werthen fin-

den, wie weit das Bild eines Gegenstandes im Wasser gesehen hinter die Netzhaut des normalen Auges fallen muss, indem die Brennweiten des Auges in der Luft zu der unter Wasser sich nahe genau verhalten müssen wie die Brennweiten eines in 10 Z. und eines in 1 Z. 2,43 Lin. Abstand stehenden Auges.

Indem aber jene oben $f = \frac{nd\varrho}{(n-1)d-\varrho} = 16,7''3982$ für $d = 10$ Z. gefunden ist; so darf man nur den eben gefundenen Abstand von 1 Z. 2,43 Lin. $= \delta$ in diese Formel setzen, um $f' = \frac{n\delta\varrho}{(n-1)\delta-\varrho} = 65,7''009$ zu erhalten. Es ist aber

$$\frac{f'}{f} = \frac{d(n-1)\delta-\delta\varrho}{d(n-1)\delta-d\varrho} = 5,965.$$

Die Vereinigung der Strahlen findet also hiernach in einer fast vierfachen Brennweite des in der Luft stehenden Auges statt, oder liegt drei Brennweiten des Auges hinter der Retina, woraus abermals die Unmöglichkeit des deutlichen Sehens unter Wasser hervorgeht. Dieses Resultat ist indes etwas zu gross, weil der Einfluss der wässrigen Feuchtigkeit des Auges hier vernachlässigt ist, und jenes oben erhaltene ist daher das richtigere.

Und nun zur Beantwortung der Frage: wie sich hiermit die verschiedenen oben erwähnten widersprechenden Aussagen der Taucher vereinigen lassen. Zuerst in Beziehung auf diejenigen, welche das Sehen unter Wasser geradezu leugnen; hat die Sache keine Schwierigkeit; denn ihre Behauptung steht völlig im Einklange mit der Theorie. Allein wie mit diesen letzteren die Aussagen derjenigen Taucher zu verei-

nigen sind, welche eben so bestimmt das Gegentheil behaupten, scheint auf den ersten Blick um so schwieriger, als man nothwendig ihre Aussagen für das Resultat einer vollen Ueberzeugung anzsehen muß.

Zuvörderst bin ich auf keine Weise geneigt, diejenigen, welche sich das Vermögen, unter Wässer sehen zu können, beilegen, für so kurzichtig zu halten, daß durch den Einfluß des Wassers dieser ihr Gesichtsfehler corrigirt würde. Eine so starke und seltene Kurzichtigkeit müßte ihnen selbst und auch namentlich dem verstorbenen Gilbert aufgefallen seyn, als er sich mit ihnen unterhielt. Eben so wenig aber ist anzunehmen, daß das Vermögen der Augen, sich für verschiedene Entfernungen einzurichten, bei ihnen so stark seyn sollte, als erforderlich seyn würde, um den Einfluß des Wassers auf die Lichtstrahlen zu compensiren. Dessenungeachtet aber läßt sich ihre Aussage erklären.

Bei der Beantwortung der aufgeworfenen Frage kommt übrigens zur Hebung eines anscheinenden Widerspruches noch Folgendes in Betrachtung. Viele, und wohl die meisten, Augen können wegen der Empfindlichkeit der Conunctiva und der Thränen-drüse gegen den Eindruck des kalten Wassers, worin der Versuch in der Regel angestellt wird, gar nicht geöffnet werden, und diejenigen Individuen, mir scheint es wohl die meisten, bei denen dieses der Fall ist, werden daher die Möglichkeit des Sehens unter Wasser schon aus diesem Grunde ableugnen *).

*) Mit warmen Wasser in einem Glaſe lassen sich die Versuche leicht anstellen.

Wenn dieses aber auch bei andern der Fall ist, welche gewiss wissen, daß sie die Augen unter Wasser zu öffnen vermögen; so ist ihr Ausdruck der bestimmtere, denn daß von einem eigentlichen Sehen, als Folge eines im Auge erzeugten scharfen Bildes, nicht die Rede seyn könne, ergiebt sich schon aus der einfachen Erfahrung, daß man nicht deutlich sieht, wenn sich zufällig eine Menge Thränen auf dem Auge gesammelt haben *), welche deswegen erst weggewischt werden, wenn der betrachtete Gegenstand deutlich erscheinen soll.

Wenn dagegen andere die Möglichkeit des Sehens unter Wasser behaupten; so ist ihr Ausdruck bloß undeutlich. Taucher, welche Gegenstände aus dem Wasser holen, machen diesen Versuch in der Regel, wo nicht immer, mit glänzenden, also vieles Licht, vorzüglich auf dem dunklen und schmuzigen Grunde reflectirenden Gegenständen. Sie unterscheiden also ohne eigentliches Bild den hellen Gegenstand von denjenigen Stellen, welche weniger Licht reflectiren, oder mit andern Worten: sie erhalten einen stärkeren Lichtschein, und nennen die Empfindung desselben ein Sehen **). Als ein Analogon könnte man anführen

*) Es kommt dabei sehr auf die Beschaffenheit der vorderen Fläche dieser Thränenlage an. Indes läßt sich annehmen, daß in den meisten Fällen die lothrechte, mit ihr zusammenfallende Linie etwas concav oder gerade sey. Bloß im letzten Falle, und überhaupt die vordere Fläche als eben angenommen, wäre die Sache völlig adäquat.

**) Ich meine irgendwo gelesen zu haben, daß schon bei den Römern sich die Perlensischer geschliffener Gläser bedienten. Oder geschieht dieses bei den Indiern ?

ren, daß es noch fraglich ist, ob bei geringer Irradiation die kleinsten sichtbaren Sterne ein eigentliches Bild im Auge erzeugen, oder vielmehr einen bloßen Lichtschein verursachen, da ihr optischer Winkel kleiner ist als 0,1 Sec. Dennoch aber wird wegen ihres hellen Glanzes ein jeder behaupten, daß er sie sieht.

Diese Erklärung hebt, wie mich dünkt, den scheinbaren Widerspruch völlig auf, und stimmt genau mit den Resultaten der oben erwähnten, von Gilbert und einigen seiner Bekannten angestellten Versuche überein. Von glänzenden Gegenständen erhielten sie, wenn das Auge und der Gegenstand sich unter Wasser befand, einen Lichtschein, aber kein Bild; sie konnten also im eigentlichen Sinne des Wortes und der Theorie gemäß nicht sehen, überzeugten sich aber dennoch von der Anwesenheit und dem Orte eines solchen Gegenstandes.

(Ueber ein zum Sehen unter Wasser bestimmtes Fernrohr, von der Erfindung des Dr. Brewster, bitte ich Bd. 50. S. 65 nachzulesen. Einer Notiz des Journ. of Scienc. zufolge, hat Hr. Leslie ein neues Instrument dieser Art erdacht, das aus einer konischen Röhre von variabler Länge besteht, oben 1 Zoll und unten 10 Zoll (?) breit ist und durch seitwärts angebrachte Lampen erhellt wird. Es fehlen aber die näheren Angaben über die Form der Linsen, welche an den Enden des Rohrs angebracht sind. P.)

III.

Ueber die Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen;

v o n

Dr. DAVID BREWSTER *).

Kein Theil der Physiologie des Auges hat mehr zu Untersuchungen Anlass gegeben, als die Fähigkeit, womit sich dieses von selbst nach der ungleichen Entfernung der Gegenstände einzurichten weiß; allein obgleich die ausgezeichnetsten Physiker und Anatomen ihre Kenntnisse hierauf verwandten, so ist trotz ihrem vereinigten Bemühen dennoch die Untersuchung für jetzt auf demselben Punkt, auf dem sie sich zu Zeiten Keplers befand, der zuerst die Aufgabe zu lösen versuchte.

Erinnert man sich der grossen Namen, welche bei dieser Streitfrage aufgetreten sind, so kann man sich nicht anders als mit einer gewissen Schüchternheit an den Gegenstand wagen; aber diese verschwindet einigermassen wenn man erwägt, daß die erhaltenen Resultate in völliger Disharmonie mit einander stehen und sowohl mit den Grundsätzen der Optik als auch mit der Einrichtung des Auges durchaus unverträglich sind.

* aus d. Edinb. Journ. of Science I. 77.

Kepler war der Meinung, dass das Auge beim Act seiner Ajustirung durch die processus ciliares verlängert oder verkürzt werde. Descartes nahm an, dass die Krystalllinse ihre Form mittelst ihrer eignen Fibern verändere. Huygens glaubte, dass die Krystalllinse sich durch den Druck der äusseren Muskeln der Cornea näherte, oder dass sie sich durch denselben Vorgang convexer machen könne. De la Hire behauptete, dass die ganze Wirkung alleinig und unmittelbar durch Erweiterung oder Verengerung der Pupille erzeugt werde; und Dr. Porterfield glaubt endlich, dass die Krystalllinse durch die Processus ciliares vor und rückwärts gezogen werde.

Diese verschiedenen Meinungen sind durch die späteren Physiologen wieder in Anregung gebracht. Die Ansicht von Huygens ward in veränderter Gestalt vom Dr. Monro vertheidigt. Hr. Walker bemühte sich die Hypothese von de la Hire aufrecht zu halten, und Dr. Thomas Young, welcher die Meinung Descartes wiederum hervorrief, unterstützte diese mit all der Umsicht, welche man von seinen tiefen Kenntnissen in der Optik und Physiologie erwarten konnte.

In der sich hierauf beziehenden Abhandlung versucht er zu zeigen, dass die Fibren der Krystalllinse von muskulöser Natur sind und dass die Anpassung des Auges nach den Entfernnungen der Gegenstände, durch eine von diesen Muskeln bewirkte Vergrösserung der Convexität der Krystalllinse bewerkstelligt wird. Um den Werth dieser Hypothese zu beurtheilen, ist es wichtig auf das hinzuweisen, was mir Hr. Dr. Knox mittheilte, nämlich, dass er durch seine

stimmlichen eigende auf diesen Umstand gerichteten Untersuchungen gefunden hat, daß die Krystalllinse frei in dem Liquor Morgagni ihrer Kapsel herum-schwimmt, auch sind von keinem Anatomen Nerven-fasern bei der Krystalllinse aufgefunden worden.

Bei diesem Einwurfe gebe ich zwar zu, daß wenn die Fibren eine muskulöse Natur besitzen, sie auch fähig sind die Convexität der Linse zu vergrößern, wenn ich aber die besondere Einrichtung dieses Theiles vom Auge betrachte, und besonders die Thatssache, daß die Fibren Linien von entgegengesetzter Biegung sind, so wage ich zu behaupten, daß kein Scharffinn im Stande ist die durch ihre Zusammenziehung erfolgende Wirkung vorherzusagen. Nur die Thatssache ist gewiß, daß die Fibren der äusseren Lamelle auf die der innern bei ihrer Zusammenziehung einen Druck ausüben und den zusammengesetzten Stufengang der Dichte (compound gradation of density) zerstören werden, durch welche die Abirrung wegen der Kugelgestalt so schön berichtigt ist *).

Bei Untersuchung der Veränderungen, welche im Auge stattfinden, wenn dieses sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anpaßt, hat man schon längst bemerkt, daß die Pupille sich zusammenzieht oder erweitert, je nachdem die betrachteten Gegenstände nahe oder fern liegen.

*) Die hier erwähnte zusammengesetzte Stufenfolge der Dichtigkeit ist bisher nicht in den Krystalllinsen der Thiere entdeckt. Ich habe sie umständlich in einem Auffatz über das menschliche Auge beschrieben, welcher der Königl. Gesellschaft zu Edinburgh am 2. Dec. 1822 vorgelesen ist, und bald öffentlich bekannt gemacht werden wird.

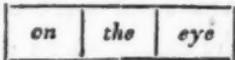
Aus dieser nicht zu läugnenden Thatsache, verbunden mit dem Resultat eines trüglichen Versuches, zog de la Hire den Schluss, daß die Verengerung der Pupille das unnöthige Licht entferne, die äusseren Strahlen des Lichtbündels abschneide und so die Strahlen von nahen und erleuchteten Gegenständen auf der Netzhaut vereinige, während die Erweiterung der Pupille dadurch von entfernten Gegenständen ein deutliches Bild gebe, daß sie eine grössere Lichtmenge in das Auge einzutreten erlaubt.

Die späteren Physiker sahen zwar den Trugschluss dieser Lehre ein, aber mit dem Eifer sich von ihm loszusagen, geriethen sie auf einen anderen, der nicht minder unverträglich mit der Beobachtung war. Es wurde im Allgemeinen zugegeben, daß bei Anpassung des Auges nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände, die Pupille wohl ihre Gestalt verändere, aber man betrachtete dies nur als eine begleitende Erscheinung, die der Hauptfache nach gänzlich von der veränderten Lichtintensität der Gegenstände abhänge, nach welchen das Auge gerichtet war. Dr. VVells *) und andere Physiologen bemerkten zwar, daß das Auge bei der durch Wirkung der Belladonna geschehenden Erweiterung der Pupille die Fähigkeit verliere nahe Gegenstände zu betrachten, aber obgleich diese belehrende Thatsache bei dieser Untersuchung von der größten Wichtigkeit war, so ward sie dennoch nicht so verfolgt als sie es verdiente, und man hielt sie mit jeder Theorie von der Ajustirung der Augen vereinbar, indem die Theile des

*) Ann. d. Phys. Bd. 43. S. 128. (P.)

Anges, von welchen diese bewirkt wird, während der Einwirkung der Belladonna auf die Iris als gelähmt angenommen werden konnten.

Bei diesem Zustand der Dinge war ich begierig die Ursache und den Einfluss der Veränderung der Pupille kennen zu lernen. Ich wählte deshalb einen nahen und einen entfernten Gegenstand, beide gleich stark erhellt, und ließ eine junge Person nach einander jeden derselben mit Aufmerksamkeit betrachten. Das Resultat dieser Untersuchung war, dass sich die Pupille bei Betrachtung des nahen Gegenstandes zusammenzog und bei der des entfernteren erweiterte, ohne dass diese Veränderungen von dem Reiz des Lichtes hätte erzeugt werden können. Um zu erfahren, was an den beiden Gränzen des deutlichen Sehens erfolgen würde, nahm ich ein Stück Papier und schrieb wie es die beigegebene Zeichnung



verfinnlicht, darauf die Worte *on the eye*. Nachdem ich nun ein Blatt weissen Papiers hinter dem Worte *the* und zwei dergleichen hinter dem Worte *eye* angebracht hatte, befestigte ich das Ganze an das eine Ende eines viereckigen Auszugrohres und näherte mein Auge dem anderen Ende, so dass ich alle Worte mittelst des Lichites, das von einer hinter dem Papiere gehaltenen Kerze durchgelassen ward, lesen konnte. Das Wort *on* war am meisten erleuchtet; weniger das Wort *the*, und noch schwächer das Wort *eye*. Jetzt brachte ich das Papier dem Auge so nahe als es erlaubt war, um das Wort *on* noch mit

voller Deutlichkeit zu erkennen. Wenn dies geschehen war, so konnte ich es durch keine Anstrengung dahin bringen das Wort *the* zu lesen und noch viel weniger das Wort *eye*. Ich sah darauf nach diesem durch eine schmale Oeffnung, welche mir, nach de la Hire's Grundsätzen, ein deutliches Sehen hätte gewähren müssen, aber sie bewirkte gerade den entgegengesetzten Erfolg, indem sie die Undeutlichkeit der beiden letzten Worte vergrößerte. Wenn ich hingegen die Worte *the* und *eye* eben stark so erhellt als das Wort *on*, oder wenn ich eine andere Kerze dem Auge so nahe brachte, dass die Pupille gezwungen ward sich zu verengern, so konnte ich sie mit grösster Leichtigkeit lesen.

Aus diesem Versuche können wir drei wichtige Folgerungen ableiten :

1) dass die Verengerung der Pupille, welche mit der Anpassung des Auges für nahe Gegenstände vereinigt ist, das deutliche Sehen nicht durch ein Verringen der Oeffnung bewirkt, sondern durch einen andern diesen begleitenden Vorgang.

2) dass das Auge sich für nahe Gegenstände durch zwei verschiedene Vermögen ajustirt, von denen das eine gänzlich von dem Willen des Individuum abhängt, das andere aber unwillkührlich ist und nur durch den Reiz des Lichtes bedingt wird.

3) dass sich die Ajustirung des Auges durch den Reiz des Lichtes bewirken lässt, wenn das willkürliche Vermögen zu derselben mangelt.

Ich war jetzt begierig zu untersuchen, was an der andern Gränze des deutlichen Sehens statt-

finden würde, nämlich bei Betrachtung sehr entfernter Gegenstände. Wenn die Zusammenziehung der Pupille eine wesentliche Begleiterin des Vorganges ist, durch welche sich das Auge für nahe Gegenstände einrichtet, so muss offenbar die Erweiterung derselben in gleicher Beziehung zu dem Acte stehen, durch welchen das Auge für entfernte Gegenstände angepasst wird. Die Versuche mit der Belladonna beweisen unbestreitbar, dass wenn die Pupille bis zum höchsten Grad erweitert ist, das Auge die Fähigkeit verloren hat, sich für naheliegende Gegenstände zu äussiren, hingegen sein Vermögen entfernte Gegenstände zu beobachten alsdann verbessert und vergrößert wird; da man aber das ganze Auge, während des Versuchs als gelähmt zu betrachten hat, so ist es nöthig ein anderes Verfahren anzuwenden. Es fiel mir bei, dass wenn die Erweiterung der Pupille eine wesentliche Bedingung zum Sehen in die Ferne sey, alsdann bei kurzichtigen Personen sich jeden Abend der Umfang des Sehens vergrößern müsse. Auf meine Erkundigung erfuhr ich auch, dass dieses in einem beträchtlichen Grade der Fall ist, und dass mehrere kurzichtige Personen die 6 Sterne der Plejaden zählen konnten, die am Tage unfähig waren Gegenstände in einer mässigen Entfernung deutlich wahrzunehmen. In der That wird auch schon der oberflächlichste Beobachter die Deutlichkeit entfernter Gegenstände am Abend bemerkt haben, die vor allem alsdann hervortritt, wenn sich die naheliegenden Gegenstände schon in Dunkelheit verlieren, und das Auge nur die scharfbegränzten Umrisse der Bäume und

Berge in Projection gegen den Himmel am Horizonte erblickt.

Die merkwürdige Wirkung der erweiterten Pupille kann auch aus einem umgekehrten Beobachtungsverfahren abgeleitet werden. Wenn wir entfernte Gegenstände betrachten, während das Sonnenlicht auf das Auge geworfen wird, so ist die willkürliche Kraft zur Ajustirung dennoch fähig die Pupille so weit zu öffnen, daß ein deutliches Sehen erfolgt, aber das Bestreben der Iris sich unter dem unwillkürlichen Reiz des Lichtes zusammenzuziehen, erweckt eine so schmerzhafte Empfindung in dem Auge, daß man nicht zweifeln kann, die Iris stehe unter dem Einfluß zweier entgegengesetzter Kräfte; selbst wenn die Erweiterung auch nicht sichtbar wäre.

Nachdem ich so die nächsten Beweisgründe festgesetzt hatte, die man über diesen Gegenstand beibringen kann, schien es mir unmöglich mich des Schlusses zu begeben, daß die Fähigkeit des Auges sich zu ajustiren, von dem Mechanismus abhängt, der die Pupille erweitert oder verengt, und daß die Ajustirung, da sie nicht von der Veränderung der Öffnung des Auges abhängig ist, sie von den Theilen erzeugt werden muß, welche in unmittelbarer Berührung mit der Basis der Iris stehen. Ueber diesen Punkt fehlt es jedoch an Beobachtungen und Versuchen. Werden wir gleich nimmer im Stande seyn auf eine genaue Art die auf die Basis der Iris ausgeübte Wirkung zu bestimmen, welche das Ajustiren erzeugt, so wird es dennoch nicht schwer halten unter den möglichen Hypothesen einer derselben den Grad

von Evidenz zu geben, welchen man bei andern physiologischen Untersuchungen für hinlänglich ansieht.

Man kann voraussetzen, daß der Mechanismus an der Basis der Iris die Ajustirung auf eine vierfache Art erzeuge:

1) durch Verlängerung des Auges während des Zusammenziehens der Pupille, 2) durch Vergrößerung der Convexität der Cornea, 3) durch Veränderung der Convexität der Kapsel der Linse, und 4) durch Vergrößerung des Abstandes der Krystalllinse von der Retina.

Die ersten beiden Arten von möglicher Ajustirung sind schon durch die directen Versuche des Hrn. Ramsden und Sir Everard Home ausgeschlossen, da sie zeigen, daß weder die Convexität der Cornea noch die Länge des Auges bei der Ajustirung verändert wird. Die dritte Art, welche veränderte Krümmung des Gefäßes der Linse voraussetzt, kann diese Wirkung nicht erzeugen, weil der Liquor Morgagni, in welchem die Linse schwimmt, nahe dasselbe Brechungsvermögen besitzt, als die *wässerige Feuchtigkeit*, und folglich eine Veränderung der Membranen, welche beide trennt, keine wahrnehmbare Ablenkung in den durchgelassenen Strahlen erzeugen kann.

Die letzte Hypothese, zufolge welcher die Linse bei Contraction der Pupille von der Retina entfernt wird, bleibt also die wahrscheinlichste; im Zustande vollkommner Ruhe wird das Auge alsdann zum deutlichen Sehen entfernter Gegenstände eingerichtet seyn.

Außer diesen Beweisgründen erhält die erwähnte Ansicht noch durch mehrere wohl begründete That-

sachen eine Bekräftigung. Der Verlust des Ajustirungsvermögen bei Wegnahme der Linse beweist, dass dieser Theil des Auges für den Prozess von Wessentlichkeit ist, auch haben mehrere Physiologen eine Bewegung der Linse als die wahrscheinlichste Veränderung betrachtet, welche im Innern des Auges stattfindet. Der Mangel an Muskeln in dem Processus ciliaris hat manchen von ihnen verleitet dieser Meinung zu entsagen, während diejenigen, welche fortfuhren sie zu behaupten, niemals annahmen, dass es durch die Thätigkeit der Iris mittelst der Verknüpfung einer freiwilligen und unwillkürlichen Action geschehe.

Die Anatomie des Grundes der Iris war bisher so unvollkommen, dass es nicht leicht ist die Art mit Genauigkeit zu bestimmen, auf welche die Muskelthätigkeit dieser Membrane zur Linse fortgeleitet werden mag; in Bezug auf diese Frage sind aber diese Theile sehr genau durch den Dr. Knox untersucht und die Gesellschaft wird aus dem Detail, was er darüber in einem besonderen Aufsatze gegeben hat, beurtheilen können, ob sie gegen die Ansichten, welche hier auseinandergesetzt wurden, Einwürfe machen oder nicht.

Die genannten Versuche und Beobachtungen finden eine unmittelbare Anwendung auf diejenigen Unvollkommenheiten des Sehens, welchen das Auge als optisches Instrument ausgesetzt ist. Die Verminderung der willkürlichen oder unwillkürlichen Ajustierungskraft hat einen nothwendigen Einfluss auf den Umfang des deutlichen Sehens, und zuweilen ist dieser so ausgedehnt, dass man das Auge für Gegenstände

einer gewissen Entfernung und einer gewissen Beleuchtung als blind betrachten kann. Die Heilung dieses scheinbar ernsthafsten und sehr beunruhigenden Uebels, ist oft sehr einfach und lässt sich z. B. mittelst Vermehrung oder Verminderung des Lichtreizes, oder mittelst gefärbter Gläser bewerkstelligen; ein Behuf, zu welchem letztere, so viel ich weiss, niemals angewendet wurden.

IV.

Ueber die partielle Durchkreuzung der optischen Nerven;

von WILLIAM HYDE WOLLASTON, M. D. *)

Wenn wir die erstaunliche Feinheit desjenigen Mittels erwägen, welches uns die Gegenstände selbst in den unmöglichsten Entfernungen wahrnehmen lässt, oder wenn wir das zartgebaute Organ betrachten, welches durch seine Einrichtung die Lichtstrahlen sammelt und sie durch eine schöne Ineinanderfügung seiner Theile auf die empfindlichen Fibren der Netzhant vereinigt, so dürfen wir uns nicht wundern mit der Erforschung der merkwürdigen Eigenschaften des ersten so grosse Talente beschäftigt zu finden, noch dass der Bau des letzteren mit so ungemeiner Beharrlichkeit untersucht wurde. Die Schärfe, mit welcher

*) nach den Annals of phil. Oct. 24. p. 294.

die Anatomen ihre Untersuchungen betreiben, um die geringfügigsten Theile zu beobachten, welche sich ihren Vorgängern noch entzogen haben, lässt mich hoffen, dass jede Vermehrung des gegenwärtigen Bestandes unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand einem Theil der Mitglieder der Königlichen Gesellschaft willkommen sey und auch bei den übrigen Mitgliedern einiges Interesse erregen werde.

Es ist in dem gegenwärtigen Aufsatze nicht mein Entzweck, die erste Wirkung der Cornea zu untersuchen, durch welche sie die Strahlen convergirend macht, noch die Kraft der Krystalllinse, welche die von einem Punkte auslaufenden Strahlen wiederum in einem solchen auf der Netzhaut vereinigt. Ich habe auch nicht die Untersuchung zur Absicht, ob die Anpassung des Auges nach den verschiedenen Entfernungen durch eine Veränderung der Linse geschieht, sey es in deren *Form* mittelst ihrer eigenen muskulösen Structur oder in deren *Lage* mittelst der Wirkung anderer Muskeln. Endlich bin ich auch nicht Willens weder die *unwillkürliche* von der vorhandenen Lichtmenge abhangende Bewegung der Iris zu betrachten, noch die *willkürliche* Zusammenziehung derselben, durch welche wir die Oeffnung der Pupille zum deutlichen Sehen verschieden entfernter Gegenstände einrichten und dadurch dasjenige vermindern, was man in der Optik unter Abirrung wegen der Kugelfestalt der Linsen versteht.

Der Gegenstand meiner Untersuchung begreift nur die Art, auf welcher die Eindrücke der vollkommenen Bilder nach dem Sensorium geführt werden, und den Bau und die Vertheilung der optischen

Nerven, von welchen die Mittheilung dieser Eindrücke abhängt.

Ich behaupte zwar nicht, die Geschicklichkeit eines Anatomen zu haben um die zarte Bildung der Sehnerven darzulegen, aber die zufällige Beobachtung einiger Beispiele des krankhaften Sehens hat mich zu einigen Schlüssen über das Gefüge desjenigen Theiles geführt, welchen man die Decussatio des optischen Nervens genannt hat, und ich glaube mich berechtigt mit einigem Vertrauen von ihnen zu sprechen.

Es ist bekannt, dass diese Nerven in dem Gehirne des Menschen, nachdem sie von ihrem Ursprung zu den thalamis nervorum opticorum einen kurzen Weg zurückgelegt haben, sich mit einander vereinigen und dem Anscheine nach völlig zu einem Körper übergehen, und dass von diesem Vereinigungspunkt zwei Nerven ausgehen, von denen der eine zum rechten und der andere zum linken Auge führt.

Die Benennung Decussatio ward diesem Theile in der Voraussetzung beigelegt, dass die Fibern, obgleich sie sich mit einander vermischen, dennoch in ihrer ursprünglichen Richtung weiter fortgehen, also die von der rechten Seite zum linken Auge und die von der linken Seite zum rechten Auge gelangen.

In dieser Meinung sahen sich die Anatomen durch die Resultate ihrer Untersuchungen bei anderen Thieren, vorzüglich bei einigen Fischarten, bestärkt, bei welchen sie deutlich beobachteten, dass die Nerven sich wirklich als ein Paar getrennte Schnüre durchkreuzten, die zwar in der Durchkreuzung mit einander verbunden sind, aber deren Fibern sich nicht mit einander vermischen.

In diesen Fällen ist es unwiderleglich wahr, daß das rechte Auge des Thieres seine optischen Nerven von der linken Seite des Gehirns, und das linke Auge dieselben von der rechten Seite empfängt; aber kein richtiger Schluss ist es, voranzzusetzen, daß dieselbe Anordnung auch bei andern Thieren stattfinde, bei denen noch keine vollständige Trennung der ganzen Nerven aufgefunden ward.

Im Gegentheil bin ich genöthigt aus einer besondern Art von Blindheit, an der ich selbst mehr als einmal leiden mußte, zu schließen, daß bei uns eine andere Vertheilung der Nerven stattfindet, und ich glaube, daß meine Behauptung durch die offenbar von der unserigen sehr verschiedene Bauart der Fische unterstützt wird.

Es sind jetzt mehr als 20 Jahre verflossen, seitdem ich zum ersten Male von diesem besonderen Gesichtsübel befallen ward und wahrscheinlich zufolge einer heftigen Anstrengung, der ich damals 2 bis 5 Stunden lang zuvor ausgesetzt war. Ich fand plötzlich, daß ich von einem mir begegnenden Manne nur die halbe Gestalt sehen konnte, und daß dies auch bei anderen Gegenständen stattfand, nach welchen ich meine Augen richtete. Versuchte ich den Namen Johnson über einer Haustür zu lesen, so sah ich nur die letzte Sylbe son und der Anfang des Wortes war meinem Blicke gänzlich entzogen. Der verlorne Theil des Sehens lag mir hiebei zur Linken und erstreckte sich auf beide Augen, denn es war gleichgültig, ob ich das rechte oder das linke gebrauchte. Die Blindheit war nicht so vollständig um mir die Gegenstände völlig unsichtbar zu machen, sondern ließ mich diese nur ver-

finstert und in unbestimmten Umrissen erblicken. Sie hatte auch nur eine kurze Dauer, denn ungefähr nach einer Viertelstunde verschwand sie gänzlich, und zwar verließ sie mich allmählig vom Mittelpunkt des Sehens aus in einer schräg aufwärts zur linken Hand gehenden Richtung.

Seit dieser Unpässlichkeit, welche aus einer Ermattung, wie viele andere Nervenübel, entstanden war, hatte ich keinen Grund ihre Rückkehr zu befürchten; sie ging ohne Gebrauch von Arzneimittel vorüber und ohne daß ich irgend eine nützliche Folgerung aus ihr gezogen hätte.

Vor ungefähr 5 Monaten befahl mich indes ein ähnlicher Zufall, ohne daß ich im Stande war die Ursache davon einzusehen oder irgend eine vorhergehende oder nachfolgende Unpässlichkeit darauf beziehen zu können.

Ich bemerkte die Blindheit wie zuvor, indem ich eine Person ansah die mir begegnete und deren linkes Auge ich nicht gewahr ward. Meine Blindheit war in diesem Falle die entgegengesetzte der früheren, denn sie lag von dem Punkte, auf welchen ich meine Augen richtete, mir zur Rechten (statt früher zur Linken) und ich hatte folglich keinen Grund einen Zusammenhang mit dem vorherigen Uebel anzunehmen.

Das neue *Punctum caecum* hatte in beiden Augen eine ähnliche Lage, und stand vom Mittelpunkt ungefähr um einen Winkel von 3 Graden ab, denn wenn ich nach einem Gegenstand von beiläufig 5 Ellen Entfernung sah, so lag der nichtgefahrene Punkt nahe um 10 Zoll von dem wirklich betrachteten Punkte ab.

Diesmal verliess mich das Uebel, nachdem es ungefähr 20 Minuten ohne Veränderung angehalten hatte, sehr plötzlich und zwar wohl nur auf die angenehme Nachricht, die ich hinsichtlich der glücklichen Ankunft eines meiner Freunde erhielt, der sich in eine sehr gefährliche Unternehmung eingelassen hatte.

Indem ich über diesen Vorfall nachdachte, schien es mir, als sey durch ihn eine gewisse Anordnung der optischen Nerven angedeutet, die zwar mit der allgemein angenommenen Hypothese von der Durchkreuzung der optischen Nerven nicht bestehen konnte, aber dennoch eine sehr glaubwürdige Erklärung der Thatfachen zu liefern versprach.

Da die correspondirenden Punkte in beiden Augen gleichzeitig von der Krankheit besaffen wurden, so röhrt diese Sympathie offenbar von der Bauart dieser Theile her und nicht bloß von der Gewohnheit des gleichzeitigen Empfindens, wie man schliessen könnte, wenn man nur die Aufnahme der gewöhnlichen Eindrücke allein erwägt. Jeder der beiden Punkte muss offenbar aus demselben Nerven mit Fasern versehen werden und der Sitz der Krankheit, an der die ähnlichen Theile beider Augen litten, in einem Orte befindlich seyn, der in einem gewissen Abstande von den Augen auf dem Wege der Nerven liegt wo diese Filamente sich vereinigen, wahrscheinlich in einen von den beiden Thalamis nervorum opticorum.

Es ist also klar, daß der Strang, der unter dem Namen des optischen Nervens endlich zum Auge gelangt, als aus 2 verschiedenen Theilen bestehend an-

gesehen werden muss, von welchen der eine aus dem rechten und der andere aus dem linken Thalamus entspringt.

Dieser Voraussetzung gemäss findet die Durchkreuzung nur zwischen den anliegenden Theilen der Nerven Statt. Derjenige Theil des Nerven, welcher vom rechten Thalamus zur rechten Seite des rechten Auges übergeht, gelangt zu seiner Bestimmung ohne sich mit dem andern zu schneiden, und auf gleiche Art wird die linke Seite des linken Auges mit einem Theil der Nerven des linken Thalamus versehen; die übrigen Hälften beider Nerven führen hingegen zu den Augen der entgegengesetzten Seite und kreuzen sich mit oder ohne Vermischung ihrer Fibern.

Betrachten wir nun mit Aufmerksamkeit die Thatsachen, welche die vergleichende Anatomie bei den Fischen aufgefunden hat, so werden wir finden, dass in der Durchkreuzung der ganzen Nerven von den entgegengesetzten Augen, nichts Widersprechendes liegt mit der obigen Hypothese von der Anordnung des optischen Nerven bei den Menschen. So z. B. haben am Kopfe des Störs die Augen eine solche entgegengesetzte Lage, dass bei ihnen keine Punkte wie bei uns vorhanden seyn können, welche dieselben Eindrücke empfangen; es ist also bei ihnen nicht nöthig, dass die correspondirenden Punkte des Sehens Fibern aus demselben Nerven erhalten.

Das links sehende Auge, bei welchem die Netzhaut nur auf der rechten Seite liegt, wird mit einem optischen Nerven versehen, der gänzlich aus dem rechten Thalamus entspringt, hingegen das rechte Auge in seiner zur Linken befindlichen Netzhaut nur

die Fibern des linken Thalamus aufnimmt, und damit die Gegenstände der rechten Seite wahrnimmt. Es lässt sich erwarten, dass bei diesem Thiere eine Verletzung des linken Thalamus nur allein in dem rechten Auge eine Blindheit veranlasst, während bei uns durch einen ähnlichen Umstand nur die linke Hälfte der Netzhaut eines jeden Auges unempfindlich wird und eine Blindheit für die uns zur Rechten liegenden Gegenstände entsteht.

Eine Unpässlichkeit, die einem meiner Freunde begegnete, scheint diese Schlüsse vollkommen zu bestätigen, so weit diess wenigstens von einem einzigen Beispiele möglich ist. Nachdem derselbe mehrere Tage hindurch an der linken Schläfe und hinter dem linken Auge an heftigen Schmerzen gelitten hatte, fand sich sein Gesicht beträchtlich geschwächt und einige andere begleitende Symptome deuteten auf eine leichte Compression des Gehirns.

Erst nach Verlauf von 5 oder 4 Wochen sah ich ihn wieder; außer einigen andern Uebeln, die hier zu erwähnen überflüssig seyn würde, fand ich ihn mit einem Gesichtsmangel befallen, der dem meinigen ähnlich war, nur dass der seinige eine viel grössere Ausdehnung besaß und leider auch viel länger anhielt. Damals und noch jetzt erstreckte sich seine Blindheit nur auf diejenigen Gegenstände, welche dem Mittelpunkt des Sehens zur Rechten lagen. Glücklicherweise ist das Gesichtsfeld bei ihm noch gross genug, um vollkommen schreiben zu können. Er sieht was er schreibt und die Feder, mit der er schreibt, aber nicht die Hand, welche diese führt. Diese Krankheit ist, so weit ich beobachten kann, die

nämliche in beiden Augen und besteht aus einer Unempfindlichkeit der Netzhaut an der linken Seite eines jeden von ihnen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß zur Zeit als das Uebel entstand, eine Ergiebung an dieser Seite des Kopfes stattfand und den linken Thalamus in einen bleibenden Zustand von Zusammendrückung zurückliess.

Diese partielle Blindheit hat ohne merkliche Besserung jetzt so lange angehalten, daß es sehr zweifelhaft bleibt, ob mein Freund wird jemals die Gegenstände wieder wahrnehmen können, die ihm zur Rechten liegen.

Wenn wir die so eben beschriebenen Erscheinungen nochmals zusammenfassen, so finden wir, daß die partielle Blindheit gleichzeitig beide Augen ergreift. Diese Sympathie in der Krankheit ist leicht eingesehen, wenn man annimmt, daß die Theile, welche gleichzeitig leiden, ihre Nerven aus derselben Quelle empfangen, und die anderen Hälften der Augen, welche zur selben Zeit nicht auf eine ähnliche Art ergriffen sind, gemeinschaftlich aus einer zweiten Quelle mit Nerven versehen werden, auch ist der Schluss sehr leicht, daß bei dem gewöhnlichen Sehen die Sympathie der Punkte, welche ähnliche Eindrücke von denselben Gegenständen erhalten, ebenfalls von jener Anordnung der Nerven bedingt wird, die durch die so eben erwähnte Krankheit entdeckt wurde.

Wir finden überdies bei den Stören (und auch bei einigen andern Fischen), deren Augen schwerlich dasselbe Object zur nämlichen Zeit sehen können und keine correspondirende Punkte haben, welche für ge-

wöhnlich sympathisiren, daß die beiden Augen nicht die Fibern aus derselben Quelle erhalten, sondern daß jedes derselben seine Nerven gänzlich von der entgegengesetzten Seite des Gehirnes empfängt.

Durch die Bauart dieser Fische werden wir belehrt, daß die Wahrnehmung von Gegenständen an der einen Seite von den Nerven abhängt, die auf der andern Seite des Gehirns entspringen, und durch den letzten Fall des krankhaften Sehens, der oben erwähnt ward, finden wir, daß auf eine anscheinende Verletzung der einen Seite des Gehirns eine Blindheit für diejenigen Punkte erfolgt, welche auf der entgegengesetzten Seite des von den Augen angelochten Punktes liegen. Die Vertheilung der Nerven, wie ich sie in dem Obigen zu beschreiben versuchte, scheint mir durch ihre völlige Uebereinstimmung mit den Thatsachen hinlänglich erwiesen; man kann sie die Semi-Decussatio des optischen Nerven nennen.

Ueber das einfache Sehen mit beiden Augen.

Dass die Seele nur einen Eindruck empfängt, während auf den correspondirenden Punkten unserer beiden Augen gleichzeitig zwei Bilder erzeugt werden, können wir, so lange die Betrachtungen sich nur auf den Fall des gesunden Sehens erstrecken, einer gewohnten Sympathie beider Theile zuschreiben, ohne weiter den Ursprung dieser Sympathie nachzuforschen, noch zu untersuchen, weshalb bei den Kindern die Augen viel lieber eine gewisse correspondirende Richtung annehmen, als die des Schielens.

Setzen wir aber voraus, daß diese Sympathie von der Structur und einem gewissen Zusammenhang

der Nervenfasern abhängig ist, so sehein wir deutlich ihren Ursprung ein, eben so zeigt sich uns der Grund, weshalb die Kinder damit anfangen ihren Augen die correspondirende Richtung zu geben, und endlich sind wir auch in Lösung der so oft behandelten Frage, des einfachen Sehens mit beiden Augen, um einen Schritt weiter gekommen, wenn wir nicht sie ganz dadurch erlangt haben,

Es mag vielleicht einigen Personen auffallend erscheinen, daß eine einzige Person drei Beispiele einer so seltenen Krankheit erlebte. Ich glaube gegenheils, daß diese Halbblindheit viel verbreiteter ist als man gemeinlich annimmt, und ich möchte mich mit eben so vielem Rechte wundern, daß sie sich bisher der Beobachtung entzogen habe *), wäre mir nicht bekannt, wie viele Thatsachen unbeachtet bleiben, weil es an ihrer Erklärung mangelt. Ich selbst habe ja einmal und auf lange Zeit die Schlüsse übersehen, die sich aus dieser Krankheit ziehen lassen, und würde die Ursache derselben vielleicht nie eingesehen haben, wenn ich nicht zum zweiten Male mit derselben befallen ward.

*) Richter hat im 3ten Theile seiner *Aufangsgründe* {der Wundarzneikunst Cap. 16. p. 478 diese Halbblindheit unter dem Namen Amaurosis dimidiata behandelt. Aus einem da-selbst beschriebenen Beispiele scheint er ähnliche Zufälle wie die obigen gesehen zu haben; jedoch hat er nicht das Korrespondiren des Uebels in beiden Augen bemerkt.

So eben da ich diese Zeilen schreibe, finde ich noch zwei Beispiele mehr von einer solchen Krankheit. Einer meiner Freunde ward vor 16 bis 17 Jahren beständig von dieser befallen sobald sein Magen in beträchtliche Unordnung gerieth. Bei ihm lag die Blindheit stets auf der rechten Seite von dem Mittelpunkt des Sehens, und in Ermanglung einer richtigen Betrachtung sah er sie als eine temporäre Unempfindlichkeit des rechten Auges an; er ist aber jetzt überzeugt, dass dies nicht die wahre Ursache sey, sondern dass beide Augen gleichzeitig mit dieser halben Blindheit behaftet sind. Dies Symptom einer Indigestion bei ihm, verlor sich gewöhnlich nach Verlauf von 15 bis 20 Minuten und verging ohne eine bleibende Unvollkommenheit im Sehen zurückzulassen.

Von dem fünften Falle habe ich die Person nicht gesehen, aber ich habe vernommen, dass bei ihr die Krankheit oft zurückkehrt, gewöhnlich mit Kopfweh begleitet ist, und ohne merkliche Veränderung ungefähr 15 bis 20 Minuten hindurch anhält.

V.

Beschreibung zweier aus Quarzfasern bestehenden Flächen, die durch das Zerbrechen eines grossen Quarzkristalles entstanden waren und sich unfähig erwiesen das Licht zurückzuwerfen;

von

Dr. DAVID BREWSTER *).

(der K. Gesellschaft zu Edinburgh vorgelesen am 17. Mai 1824.)

Das sehr merkwürdige Stück Quarz, welches ich zu beschreiben Willens bin und der K. Gesellschaft vorlege, gehört dem Kabinet der Marquise von Huntly, welche so gütig war mir dasselbe zu einer besonderen Untersuchung zu überlassen. Der Krystall, von welchem es ursprünglich einen Theil ausmachte, hielt $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und besaß eine lichte Ranchfarbe, war aber nur in dünnen Stücken durchsichtig. Er ward von Hrn. Sanderson, einem Juwelier, in Edinburg zum Behufe seiner Arbeit von einander gebrochen, und da dieser die Dunkelheit seines Bruches bemerkte, so legte er ihn bei Seite um ihn mir zu zeigen.

Auf den ersten Anblick schien mir, wie jedem andern, die völlige Schwärze der getrennten Flächen von einem dünnen Ueberzug einer undurchsichtigen

*) Edinb. Journ. of Science I. 108.

und feinzertheilten Materie herzuröhren, die durch eine Spalte in den Krystall eingedrungen war; aber diese Meinung ward augenblicklich widerlegt als ich bemerkte, dass beide Flächen eine gleiche und gleichförmige Schwärze besaßen und gegen das Licht gehalten vollkommne Durchsichtigkeit zeigten.

Obgleich ich jetzt nicht mehr zweifelte, dass die Erscheinung völlig optischer Natur sey und dass die schwarze Farbe der Flächen von den dünnen und kurzen Quarzfäsern herrührte, aus welchen sie bestanden, und die einen so überaus geringen Durchmesser besaßen, dass sie unfähig wurden einen einzigen Strahl des stärksten Lichtes zu reflectiren; so war ich dennoch begierig diese sonderbare Thatsache durch einen Versuch zu bestätigen.

Nachdem ich gefunden hatte, dass schwarze Farbe der Oberfläche durch keine der gewöhnlich zum Reinigen gebrauchten Substanzen angegriffen wurde, unterwarf ich das Fragment der Wirkung kalter und erhitzter Säuren, allein seine Oberflächen blieben dadurch unverändert. Ich tauchte hierauf dasselbe in Anisöl, dessen Brechungsvermögen sich sehr dem des Quarzes nähert, und als ich nun untersuchte, was an der gemeinschaftlichen Fläche des Quarzes und Anisöls vor sich gehe, fand ich, dass die Schwärze verschwunden war und dass das Fragment sowohl im reflectirten als durchgelassenen Lichte sich völlig so verhielt wie jedes andere Quarzstück von gleicher Durchsichtigkeit. Nahm ich die Fläche aus dem Oel, so kehrte die ursprüngliche Schwärze zurück und die faserige oder sammtartige Natur der Oberfläche wurde dem Auge sichtbar durch die leichten Farben-

veränderungen, die auf eine Zusammendrückung der Fasern an der einen Seite erfolgten.

Da diese Versuche hinreichten um zu zeigen, daß die Grösse der Fasern viel geringer war als die Dicke jener Quarzplatte, welcher das Vermögen zum Reflectiren des Lichtes fehlte, so war ich begierig ihre Grösse durch eine annähernde Messung zu bestimmen. Die dünnste Substanz, die man irgendwo beobachtet, ist gewiß das Häutchen einer Seifenblase kurz vor dem Zerspringen; Newton hat jedoch beobachtet, daß dieses Häutchen dennoch von der Sonne oder der Kerzenflamme ein schwaches Bild zurückwirft. Ihre Dicke mußte daher nahe derjenigen gleichkommen, welche Newton die des *anfangenden Schwarzes* nennt und die beim Wasser eine Dicke von $\frac{1}{750,000}$ eines Zolles besitzt. Der Farbenton der Quarzfläche hat jedoch einen etwas tieferen Charakter und kann nicht das *wahre Schwarz* der Newton'schen Skale überschreiten, welchem im Quarz ein Drittel eines Millionentheils eines Zolles korrespondirt oder welches gleich ist einem Viertel des dünnsten Theils der Seifenblase.

Wenn die beiden Quarzflächen durch Fasern von einer grösseren Gestalt getrennt gewesen wären, so würde die Farbe der Oberfläche vielleicht roth, oder blau, oder gelb, oder grün gewesen seyn; ein solches Gefüge würde zwar das Auge mehr ergötzt haben, aber weniger bewundernswerth gewesen seyn als das, was so eben beschrieben wurde.

In der Sammlung des Hrn. Allan hat Hr. Haider eine Gruppe von Quarzkristallen aus der

Dauphiné beobachtet, von welchen einige quer durchgebrochen waren und eine Fläche zeigten, die sich hinsichtlich ihrer Structur der so eben betrachteten sehr näherte. Da diese Krystalle jedoch durchsichtig waren und das Licht von allen Seiten zuließen, so schien die Bruchfläche niemals schwarz. Es leidet jedoch keinen Zweifel, dass die Schwärze der Flächen sichtbar geworden wäre, wenn man die Krystalle mit schwarzem Wachs umgeben hätte, denn alsdann würde nur dasjenige Licht zum Auge gelangt seyn, was auf der faserigen Fläche eingefallen war.

In einen grossen mit mehreren Spalten versehenen Amethystkrystall habe ich mittels eines guten Mikroskopes sehr merkwürdige Bildungen an den getrennten Flächen bemerkt, indem sie eine Reihe von glänzenden Farben zeigten, die von den kleinen Spitzen ausliefen, aus welchen die Fläche gebildet ist. Wir können daher erwarten in dem Bruche des Quarz, Fasern von einer solchen Grösse aufzufinden, dass sie die glänzendsten Farben des Spectrums in gleichförmigen Tinten entfalten.

VI.

*Beobachtungen über die, in den Mineralien, durch
Wärme erregte Elektricität;*

von

Dr. DAVID BREWSTER *).

Die glänzenden Entdeckungen des Hrn. Prof. Oersted über die magnetischen Wirkungen der Elektricität, so wie die des Hrn. Dr. Seebeck über den Thermomagnetismus gewisser Metalle, haben der Elektricitätserregung in den Mineralien mittelst Wärme, als einem verwandten Gegenstande ein hohes Interesse gegeben. Dessenungeachtet find, so viel ich weiss, die Physiker nicht durch sie veranlaßt worden ihre Aufmerksamkeit auf die letztere Klasse von Erscheinungen zu lenken, und seitdem Hanuy seine Beobachtungen bekannt gemacht hat, scheinen späterhin keine über die Erzeugung der Elektricität durch Wärme ange stellt worden zu seyn.

Welcher Physiker zuerst beobachtete, daß der *Turmalin* durch eine einfache Erwärmung elektrisch werde, ist nicht bekannt; jedoch leidet es wenig Zweifel, daß Lemery der erste war, der dieser Erscheinung erwähnte **). Aepinus zu Petersburg unter-

*) nach d. Ed. Journ. of Sc. II. p. 208.

**) Mém. de l'acad. de Paris 1719.

suchte sie darauf zuerst mit Ausdauer und Erfolg. Die Versuche dieses scharfsinnigen Physikers sind in den Memoiren der Academie zu Berlin vom Jahre 1756 unter dem Titel: *De quibusdam experimentis electricis notabilioribus* beschrieben. Benjamin Wilson, Priestley und Canton setzten die Untersuchungen fort, und letzterer entdeckte dieselbe Eigenschaft auch an dem *brasiliischen Topas*. Es war jedoch dem Scharfsinn und der Geduld eines Hauy vorbehalten, die Erscheinungen weiter ins Einzelne zu verfolgen, mehrere interessante Beziehungen, welche sich der Untersuchung seiner Vorgänger entzogen hatten, zu entdecken und die geringe Zahl der als pyro-elektrisch bekannten Mineralien durch einige andere zu vergrößern. Folgendes ist das Verzeichniß der von Hauy als pyro-elektrisch aufgeführten Mineralien, mit Beifügung der Namen derer, welche sie zuerst als solche erkannten:

| | | | |
|-----------|--------|----------|------|
| Turmalin, | Lemery | Mesotype | Hauy |
| Topas, | Canton | Prehnit | |
| Axinit, | Brard | Zinkoxyd | |
| Boracit, | Hauy | Sphen | |

Die von Hauy und den früheren Physikern beobachteten pyro-elektrischen Erscheinungen sind der Hauptssache nach folgende:

1. Wenn ein prismatischer Turmalin-Kristall erwärmt wird, so zeigt derselbe an einem Ende positive und an dem andern Ende negative Elektricität, welches man durch seine Wirkung auf eine elektrische Nadel und sein Vermögen leichte Körper anzuziehen und abzustoßen, bemerken kann.

2. Bei einem gewissen Grad von Wärme zeigt der Turmalin keine Elektricität. Läßt man ihn erkalten, so kommt diese wieder zum Vorschein, sie verschwindet indes abermals, wenn die Temperatur ungefähr auf 32° F. gesunken ist. Bei einer weiteren Erkaltung erscheint die Elektricität zum 2ten Male, aber jetzt in umgekehrter Anordnung, denn dasjenige Ende des Turmalin, welches früher negativ elektrisch war, besitzt jetzt positive Elektricität *).

3. In vielen der Krystalle, welche durch Wärme elektrisch werden, hat die Vertheilung der Elektricität Aehnlichkeit mit der des Magnetismus in einem Stab von Stahl. Die Pyroelektricität hat ihre Maxima oder Pole an den Enden des Krystalles und nimmt von diesen allmählig bis zum Mittelpunkt des Krystalles ab, wo sie gänzlich verschwindet.

4. Im Boracite wird die Elektricität auf eine gleiche Art durch die Wärme erregt. Die primitive Form dieses Minerals ist der Würfel und von den vier Axen, welche die Ecken desselben verbinden, hat jede an einem ihrer Enden positive und am andern negative Elektricität. Wenn der Krystall um eine seiner Axen gedreht wird, so zeigen die aufeinander folgenden Axen abwechselnd positive und negative Elektricität. Die Intensität erreicht auf jeder Axe nahe an deren Ende ihr Maximum, und vermindert sich von diesen Punkten ab sehr schnell.

5. Hany beobachtete, daß der *Gallmey* bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft elektrisch ist

*) Diese fonderbare Thatsache, welche vor einigen Jahren von Hauy als neu angegeben wurde, scheint von Canton entdeckt zu seyn.

und dass die Pôle dabei in Bezug auf den *Turmalin* eine umgekehrte Lage besitzen.

6. Bei einer aufmerksamen Beobachtung der pyroelektrischen Erscheinungen fand Hauy die merkwürdige Thatsache, dass während bei der grossen Masse der Krystalle die korrespondirenden Theile in Zahl und Anordnung der Flächen einander ähnlich sind, die pyroelektrischen Krystalle eine Abweichung von dieser Symmetrie zeigen. In dem Turmaline befindet sich z. B. die positive Elektricität an dem Ende der Säule, was 6 Flächen besitzt, und die negative Elektricität an dem Ende mit 3 Flächen. Daraus vermutet er, dass die beiden elektrischen Fluida einen entgegengesetzten Einfluss auf die Krystallisations-Gesetze ausgeübt haben, der auf die Krystallform übergegangen ist.

Von diesem kurzen Abriss der Arbeiten Hauy's und seiner Vorgänger in diesem Theile der Physik, werde ich nun zu den Versuchen übergehen, die ich selbst vor mehreren Jahren über diesen Gegenstand unternommen habe, und die Resultate anführen, zu welchen ich gelangte.

Diese Versuche wurden schon in den Jahren 1817 und 1818 angestellt, aber bisher in der Hoffnung nicht bekannt gemacht, dass ich Musse finden würde sie auf grosse und gutansgebildete Krystalle der verschiedenen Mineralkörper ausdehnen zu können. Da ich indess keine Ausicht habe diese Arbeit zu vollenden, so überliefere ich sie denen, die mehr Musse haben wie ich, und möchte sie vor allen den jungen und thätigen Physikern als eine ergiebige

Quelle zu Entdeckungen empfehlen, die zu einem guten Mineralien - Kabinett Zutritt genießen.

L Ueber das Vorhandenseyn der Pyroelektricität in den verschiedenen Mineralien.

Zur Auffindung der Pyroelektricität in den Mineralien, in welchen sie nur geringe Intensität besitzt, bediente ich mich der inneren Membrane der *Arundo Phragmitis*, welche mit einem Messer in sehr kleine Stücke zerschnitten und darauf gut getrocknet wurde. Die Pyroelektricität eines Minerals wurde, nachdem es erhitzt worden war, durch die Kraft bestimmt, mit der es einen oder mehrere dieser leichten Körper hält. Ich gebrauchte überdies eine zarte Nadel von Messing, die auf einem Hütchen von gutgeschliffenem Granat schwiebte und noch durch sehr geringe Grade von Elektricität in Bewegung gerieth.

Auf diese Art fand ich folgende Mineralien der Pyroelektricität fähig:

Scolezit *)

Mesolith *)

Grönländischen Mesotyp

Kalkspath

Gelben Beryll

Schwerpath

Schwefelsauren Strontian.
(Coelestin? P.)

Kohlensaures Blei

Diopsid

rothen und blauen Flußspath

Diamant

Goldes Auripigment

Analcime

Amethyst

Quarz aus der Dauphiné

Idocrase

Mellit?

natürlichen Schwefel

Granat

Dichroit

*) Es ist wahrscheinlich, dass Hauy's *Mesotyp* eins oder das andere von diesen Mineralien war.

Bei Untersuchung der Elektricität des Turmalins fand ich, daß sie sich schon auf eine genügende Art an einem dünnen Scheibchen beobachten lasse, das irgendwo von der Säule genommen ward. Der Versuch lässt sich am vortheilhaftesten anstellen, wenn die Flächen der Scheibe senkrecht auf der Axe der Säule standen. Wenn man eine solche Turmalinscheibe auf eine Glasplatte legt und letztere darauf durch kochendes Wasser erhitzt, so haftet die Scheibe so stark an dem Glase, daß man dieses umkehren kann, ohne daß sie in den ersten 6 oder 8 Stunden abfällt. Auf diese Art sind Scheiben von einer sehr beträchtlichen Breite und Dicke fähig, ihr eigenes Gewicht zu tragen.

II. Ueber das Vorhandenseyn der Pyroelektricität in künstlichen Krystallen.

Es geht aus keiner von Hauy's Schriften hervor, daß er in den aus wässerigen Lösungen entstehenden Krystallen pyroelektrische Eigenschaften vermuthet habe. Als ich einen dieser Krystalle dem Versuche unterwarf, war ich überrascht die Eigenschaft an demselben zu entdecken und zwar in einem beträchtlichen Grade. Folgendes ist das Verzeichniß derjenigen Krystalle, bei welchen ich Elektricität entdeckte:

| | |
|-------------------------------|--|
| Weinsteinfaures Kali-Natron | |
| Weinsteinfaure | |
| Kleesaures Ammonium | |
| Chlorsaures Kali | |
| Schwefelsaure Natron-Magnesia | |
| Schwefelsaures Ammonium | |
| Eisen | |

| | |
|------------------------|--|
| Schwefelsaure Magnesia | |
| Blausaures Eisen-Kali | |
| Zucker | |
| Bleizucker | |
| Kohlensaures Kali | |
| Citronensaure | |
| Quecksilberublimat | |

Unter diesen Kry stallen waren das *Weinstein-saures Kali-Natron* und *Weinäure* in einem beträchtlichen Grade pyroelektrisch; die Wirkung einiger von den übrigen Salzen ist verhältnissmässig schwach.

III. Ueber die Pyroelektricität des Turmalin-Polvers.

Unter den fonderbaren Eigenschaften des künstlichen Magneten ist keine merkwürdiger als diejenige, dass jedes von ihm abgetrennte Stück einen wirklichen Magneten mit eigener Nord- und Südpolarität darstellt. Ganz dieselben Eigenschaften entdeckte Canton an dem Turmalin, denn er fand, dass wenn derselbe voneinander gebrochen ward, jedes Stück, mittels Erregung durch Wärme zwei entgegengesetzte Pole besaß. Coulomb hat die Thatlache am Magneten höchst sinnreich dadurch erklärt, dass er annahm, jedes Partikelchen des Magneten sey selbst ein Magnet, der seine entgegengesetzten Polaritäten besitze; eine Erklärung, die Haüy später auf die analogen Erscheinungen am Turmaline übertrug.

Bringt man jedoch den Magnet durch irgend eine mechanische Operation, als durch Feilen, Zerstossen u. f. w. in einen verkleinerten Zustand, so finden wir, dass die Stahltheilchen alsdann ihrer magnetischen Eigenschaften beraubt sind, indem ihre Coercitivkraft durch die Schwingungen oder Erschütterungen zerstört wurde, die mit dem Prozess der Zerkleinerung unzertrennlich verbunden sind. Die Analogie lässt erwarten, dass das Pulver des zerstossenen Turmalins ebenfalls keine pyroelektrischen Erscheinungen zeigen werde, wenigstens zweifle ich

nicht, daß die meisten Physiker, im Vertrauen auf die erkannte Analogie diese Meinung hegen.

Um über diesen Punkt Gewissheit zu erhalten, zerstieß ich ein Stück eines grossen undurchsichtigen Turmalins in einem Stahlmörser zum feinsten Pulver. Brachte ich nun das Pulver auf eine Glasplatte und neigte die letztere, so ließ es sich abschütten, wie alle harten Pulver, ohne irgend eine Spur von Anhaftung entweder unter sich oder mit dem Glase zu verrathen. Ward aber das Glas bis zu der geeigneten Temperatur erhitzt, so hing das Pulver stark am Glase, und wenn es mit irgend einer trocknen Substanz aufgerührt ward, so haftete es dieser an und ballte sich zu Massen zusammen.

Diese Klebrigkeit oder Anlage zusammengeballte Massen zu bilden verringerte sich mit dem Erkalten, und bei der gewöhnlichen Temperatur hatte es wiederum alle Cohärenz verloren.

Hieraus folgt, daß der Turmalin seine pyroelektrischen Eigenschaften selbst in dem Zustand des feinsten Staubes behält und daß dieser Staub bei Erhitzung von jedem Körper angezogen wird.

Dieser sonderbare Widerspruch mit der Analogie zwischen den pyroelektrischen und magnetischen Kräften, findet einen passenden Gegensatz in der Vertheilung der doppelten Strahlenbrechung bei regelmässig krystallirten Körpern und bei Glasplatten, die nach dem Rothglühen schnell abgekühlt wurden. Bei einem Kalkspatkrystall, der in tausend Stücke gebrochen wird, zeigt das kleinste Fragment im verkleinerten Maassstab die nämliche Anlage zur doppelten Strahlenbrechung, wie das grösste Rhomboëder dieses

Minerals, hingegen eine Glasplatte, die ihre Kraft für
zur doppelten Strahlenbrechung durch schnelles Er-
kalten bekommen hat, sich ähnlich verhält wie ein
Stab von Stahl. Wird ein beträchtliches Stück von
einer Glasplatte abgeschnitten, so besitzt es, wenn
auch von deren positiven Theil genommen, nach sei-
ner Ablösung, beide Structuren positive und negative,
wird dieses aber auf sehr kleine Fragmente gebracht,
oder zerstoßen, so ist das Gefüge zur doppelten Strah-
lenbrechung verschwunden. Wenn also eine belie-
bige Anzahl dieser kleinen Fragmente nach ihrer
Trennung wieder zusammengesetzt werden, so besit-
zen sie nicht die Kraft zur doppelten Strahlenbre-
chung, als vorher, da sie noch eine Platte ausmach-
ten; der Verlust des zur doppelten Strahlenbrechung
nötigen Gefüges steigt mit dem Grade der Zerklei-
nerung.

Diese treffende Analogie zwischen den elektri-
schen Kräften und denen der doppelten Strahlenbre-
chung, erlangt ein neues Interesse durch die bekann-
ten Beziehungen zwischen den elektrischen und mag-
netischen Kräften und ist wohl einer weitern Verfol-
gung werth. In einem Aufsatze, welcher in einem
der nächsten Stücke meiner Zeitschrift erscheinen
wird, werde ich Gelegenheit nehmen, auf mehrere
nahe Beziehungen zwischen den Erscheinungen des
Magnetismus und denen der doppelten Strahlenbre-
chung aufmerksam zu machen, durch welche diejeni-
gen physikalischen Grundsätze neues Licht erhalten
können, die schon so manche Ähnlichkeiten in den
Erscheinungen dieser drei Lehren herbeiführten.

**IV. Ueber die Pyroelektricität des vom Krystallwasser befreiten
Scolezit - und Mesolit - Pulvers.**

Da das Turmalinpulver, mit dem die vorhergehenden Versuche angestellt wurden, durch seine Zerkleinerung keine chemische Veränderung erlitt, so war ich begierig zu versuchen, ob die Pyroelektricität in den Mineralien erregt werden könnte oder nicht, wenn diesen einer ihrer Bestandtheile geraubt würde. Zu diesem Zweck verwandelte ich den Scolezit und Mesolit durch Erhitzung zu Pulver und nahm ihnen hiernach das Krystallwasser, welches man gegenwärtig als wesentlichen Bestandtheil in den Mineralien ansieht. Als ich das Pulver auf einer Glasplatte der Hitze aussetzte, haftete dasselbe an dem Glase wie das Turmalinpulver, und als es durch irgend eine beliebige Substanz aufgerührt ward, hing es dieser an und ballte sich zusammen wie frischgefallener Schnee.

Diese Thatlache ist sehr belehrend und hätte schwerlich vorhergesehen werden können. Da viele Mineralien nur durch die Menge ihres Krystallwassers verschieden sind, so kann man das so eben pyroelektrisch gewordene Pulver weder als Scolezit noch als Mesolit betrachten, sondern muss es als ein anderes bisher noch nicht bekanntes Mineral ansehen. Die von dem Pulver entwickelte Pyro-Elektricität kann folglich nicht als eine Eigenschaft des ungepülverten Minerals betrachtet werden, sondern nur als die einiger seiner Bestandtheile. Welchen Bestandtheilen, oder welcher Verbindung von ihnen die Pyro-Elektricität innewohnt, wird leicht durch fernere Versuche zu entdecken seyn.

V. Ueber den wahrscheinlichen Einfluss der Zwillingsbildung
 (crystallographic composition) auf die Vertheilung der Elek-
 tricität in den Mineralien.

III

Obgleich ich nicht so glücklich war, solche Kry-
 stalle anzutreffen, welche zur Untersuchung dieses
 Theiles der Aufgabe erforderlich sind, so giebt es doch
 einige Thatfachen, die hinreichende Wichtigkeit be-
 sitzen um bei einer solchen Untersuchung beachtet zu
 werden.

Hauy erwähnt besonders eines Topaskristalles *), in welchen die Pyroelektricität auf eine höchst merk-
 würdige Art vertheilt war. Er beobachtete, dass beide
 Enden negative Pole besaßen und der mittlere
 Theil Anzeichen von positiver Elektricität gab. Da
 diese Erscheinung nur bei *einem* Mineral beobachtet
 wird und nur bei *einem* Exemplär derselben, auch
 die Erscheinungen des Magnetismus (? P.) und der
 Elektricität genau das Entgegengesetzte zeigen, so ist
 es sehr wahrscheinlich, dass der Kristall, an welchem
 er dieses beobachtete, ein Zwilling war, in welchem
 sich die beiden positiven Pole berührten.

Obgleich der Scolexit und Mesolit Zwillige sind,
 so kann dies dennoch keinen Einfluss auf die Vertheilung
 der durch Hitze erregten Elektricität haben, weil
 die Zwillingsebenen parallel mit der Axe des Prismas liegen.
 Es ist also der Topas nebst einigen andern py-
 roelektrischen Mineralien, an welchen wir den Ein-
 fluss der Zwillingsbildung zu untersuchen haben **).

*) *Traité de Minéralogie* 2 Ed. Tom. II. p. 154. Ich hoffe, dass dieser Kristall sich im Besitz des Herzogs von Buckingham befindet, welcher, wie ich höre, das reiche Kabinet von Hauy erstanden hat.

**) Ein anderes Beispiel von einem sehr wahrscheinlichen Ein-
 fluss der Structur auf die Entwicklung der Elektricität bietet
 der *Analcim* dar, bei dem die Eigenschaft, durch Reibung nur
 im geringen Grade elektrisch zu werden, von der Hauy den
 Namen des Minerals entlehnte, offenbar von seiner eigenen
 mechanischen Structur veranlasst wird.

VII.

*Beobachtungen und Angaben
über die Verminderung des Wassers an der schwedischen Küste;*

von

N. BRUNCKRAA nebst Bemerkk. darüb. v. C. P. HÄLLSTRÖM.

(in freier Bearbeitung.)

Dass man an den schwedischen Küsten schon seit langer Zeit ein fort dauerndes Sinken des Wasserspiegels der Ostsee und vor Allem des bothnischen Meerbusens zu bemerken glaubt, und dass diese Erscheinung seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts, nachdem Celsius zuerst die Aufmerksamkeit der Physiker allgemeiner auf sie hingelenkt hatte, zu manichfachen Erörterungen Anlass gab, ist bekannt und dem physikalischen Publikum noch neuerdings in einer sehr schätzbaren historisch-kritischen Zusammenstellung vom Hrn. v. Hoff *) überliefert worden. Vielen der einzelnen Beispiele, welche zur Stütze dieser oder jener Hypothese aufgesucht wurden, mangelt gewiss entweder ganz oder zum Theil die erforderliche Beweisfähigkeit, aber im Allgemeinen scheint es wirklich Thatlache zu seyn, dass *in Bezug auf die schwedische Küste* ein Zurücktreten des Wassers statt-

*) In dessen: Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Th. I. p. 407.

findet. Was bestritten werden kann und wie die Geschichte lehrt mit grosser Heftigkeit bestritten ward, betrifft, Einzelheiten abgerechnet, nur die Erklärung dieser Thatsache. Für jetzt hat man gewissermassen nur unter den bestehenden Hypothesen zu wählen, denn seitdem Celfins, aus den von ihm in grosser Anzahl aufgeführten Beispielen, auf eine wirkliche Abnahme des Wassers der Ostsee folgerte; mehrere seiner Landsleute, den Schluss durch Gegenbeispiele entkräftend, das Ganze auf eine Anschwemmung zurückzuführen suchten, und Herr Leopold v. Buch zuerst die Idee von einer allmählichen Hebung der sämmtlichen die Ostsee begränzenden Küsten der skandinavischen Halbinsel aussprach — seitdem scheint der Kreis der möglichen Erklärungsarten erschöpft und die Aufstellung einer vierten Ansicht durchaus unmöglich zu seyn. Die Unhaltbarkeit der ersten Hypothese ist längst erwiesen. Zu ihrer Widerlegung bedarf es keiner speziellen Kenntniß der Verhältnisse jenes Landes, denn daß das baltische Meer, welches mit dem Ocean in unmittelbarer Verbindung steht und in diesen einen so unbestimmten Abfluss hat, für sich allein nicht sinken könne, ist schon aus allgemeinen Gründen einzusehen und bedarf noch kaum der Bestätigung, daß man an den preussischen, deutschen und dänischen Küsten niemals eine Wasserverminderung bemerkte. Nicht so verhält es sich mit den beiden letzten Ansichten; über sie zu entscheiden, muß wie billig den Männern überlassen bleiben, die durch eigene Anschauung der Lokalverhältnisse dazu berechtigt sind. Jedenfalls können nur die letzten beiden

für den gegenwärtigen Augenblick auf Beachtung Anspruch machen.

Die beiden unter dem obigen Titel, in den Abhandlungen der K. Akademie zu Stockholm vom Jahre 1825 enthaltenen Aufsätze, haben nicht die Absicht, sich für eine oder die andere dieser Hypothesen zu erklären, sondern sind nur bemüht sichere und neue Data der Nachwelt zu überliefern.

Der erste, von Hrn. Bruncrona verfaßt, enthält einen Bericht an die K. Akademie, in welchem er die Resultate von seinen in den Jahren 1820 und 21 unternommenen Bemühungen, zur Ausmittlung des in den letzten 40 Jahren stattgefundenen (scheinbaren) Sinkens des Meeresspiegels an der schwedischen Küste, darlegt. Sein Bericht schließt manches ein, was nur für die Bewohner jener Gegenden Interesse hat, und deshalb finde nur dasjenige von ihm hier eine Stelle, was für die allgemeine Kenntniß von Wichtigkeit ist.

Hr. Bruncrona bemerkt, daß er mit Hülfe der Beamten der Lots-Einrichtung und anderer sachkundiger Männer nicht bloß die schon früher bekannten Wasserzeichen, sondern auch die bisher nicht bekannten aufgesucht habe und daß ihre Höhe über dem Spiegel der See aufs Neue festgesetzt ward. Eben so wurden zum Behuf einer künftigen Forschung neue Markzeichen in den Felsen eingehauen und wo sich hiezu keine Gelegenheit darbot, der Boden der See bei einem mittleren Stande des Wassers abgelothet, auch bei andern über dem Meere hervorragenden Felsen der senkrechte Abstand vom Wasser bestimmt.

Ueber den Betrag der scheinbaren Wafferabnahme an den verschiedenen Orten in den letzten 40 Jahren, giebt Hr. Br. folgende Tafel:

| Provinz (Län) | Kirchspiel | Ort | Breite des Ortes | Wasser- abnahme während der letzten 40 Jahre |
|------------------|-------------|--------------|------------------------|--|
| Vesterbotten | Bygdea | Rataskär | 63° 59' | 1,50 Fuß |
| | | Ledskär | | 2,50 |
| Gefleborg | Rogsta | — | | 0,50 |
| | | Balsö | 61° 43' | 2,50 |
| | | Hornslandet | 61° 37' | 2,83 |
| Stockholm | Njutanger | Åsö | 61° 32' | 2,50 |
| | | Hille | 60° 45' | 2,50 |
| | Häfverö | Swartklubben | 60° 11' | 2,33 |
| | Radmansö | Gisslinge | 59° 46' | 0,17 |
| Nyköping | Värmdö | Söderarm | 59° 46' | 2,00 |
| | | Värmdö | 59° 17' | 2,17 |
| | Sorunda | Sandhamn | 58° 44' | 1,00 |
| | Bälinge | Landsort | 58° 42' | 1,08 |
| Ostgothland | Jonsberg | Hartsö | 58° 45' | 1,17 |
| | | Säfvesund | 58° 35' | 2,00 |
| | | St. Nicolai | 58° 28' | 0,67 |
| Kalmar | Gryt | Arkö | 58° 11' | 0,83 |
| | | Kettilö | 58° 8' | 1,00 |
| | Loftahammar | Häradsskär | | |
| Bleking | . | Stedsholmen | 57° 50' | 1,00 |
| | | Kalmar | 56° 41' | 0,41 |
| | | Carlskrona | 56° 10' | |
| Christianstad | . | Carlshamn | 56° 11' | |
| | | Åhus | 55° 55' | |
| | | Falsterbo | 55° 23' | |
| Malmöhus | . | Landskrona | 55° 52' | |
| | | Morup | 56° 57' | |
| | | Glumsten | | |
| Halland | . | Onsala | 57° 21' | |
| | | Hallsund | | |
| | Marstrand | Koön | 57° 53' | 1,00 |
| Bohus - Län | Klöfvedal | Körkesund | 58° 2' | |
| | Morlanda | Gullholmi | 58° 11' | |
| | Strömstad | Daniel | 58° 56' | |

Unter den der Tabelle beigefügten Bemerkungen möchten wohl die folgenden das meiste Interesse gewähren.

An den Küsten von *Gottland* hat man, den Nachrichten zufolge, welche die Directoren der Lootseinrichtung mittheilten, keine anderweitige Verminde-
rung des Wassers bemerkt als solche, die durch An-
schwemmung bewirkt ward. Dies bestätigt sich durch
eine im Jahre 1715 von dem Hafen und der Rhede
von *Slitö* versorgte Karte, welche viele Angaben
über die Wassertiefe enthält und zufolge welcher diese
für den innern Hafen im Durchschnitt 20 bis 27 Faden
und für die äußere Rhede 29 bis 56 Faden betrug.
Genau dieselben Angaben finden sich auf einer See-
karte wieder, die im Jahre 1817 angefertigt ward. Da-
gegen ward der Hafen *Lutterhorn* in den letzten 12
oder 15 Jahren so mit anschwemmten Geschieben
gefüllt, daß jetzt nur noch für 2 Fahrzeuge die 5 Fuß
tief gehen, Raum vorhanden ist, während ehedem
von Schiffen die 8 bis 10 Fuß tief gingen, wohl 6 bis
8 Raum hatten. Die daselbst zum Kielholen angelegte
Brücke war im Jahre 1818 so mit ähnlichen Geschie-
ben überdeckt, daß man sie nicht mehr sehen
konnte.

Was hingegen die Tiefe des Meeres an den ent-
fernten und an dem längs der schwedischen Küste be-
legenen Fahrwasser betrifft, so behaupten die Loots-
beamten, daß zwar ein unbedeutendes Anschwem-
men stattfand, jedoch hauptsächlich nur an solchen
Orten, die dem Flugland, den Geschieben oder dem
Tang sehr ausgesetzt sind, oder deren Boden aus fe-
stem Gestein besteht. Ein solches Anschwemmen ist

namentlich bei einigen grössern Städten und bei mehreren Fischerstellen beobachtet. So z. B. betrug die Tiefe des Hafens von *Landscrons* nach einer im Jahre 1771 versorgten Karte bei mittlern Wasserstände 6 Faden, hingegen im Jahre 1817 nur 5 Faden.

Von *Haaparanda* längs der schwedischen Küste bis zur Gränze von Norwegen findet man Stellen in den Scheeren, wo nach dem Zeugniß aller sachkundigen Lootsen vor 60 bis 80 Jahren selbst 10 Fuß tief gehende Fahrzeuge segeln konnten und gegenwärtig nur Boote von 2 bis 3 Fuß Tiefe fortzukommen vermögen, obgleich man in dem in der Nähe belegenen Fahrwasser noch so gut segeln kann wie zuvor. Als Grund hievon giebt man an, daß alles kalkartige und röthliche Gestein *ein Bestreben habe, sich von dem Grunde zu erheben*, ein Verhalten, von dem Hr. Bruncrona glaubt, daß es auch bei *Gottland*, *Öland* und andern Inseln stattfinde.

In den Scheeren von *Bohus-Län* außerhalb *Gothenburg*, konnten vor 50 Jahren Schuten und Jachten, zwischen *Brännön* und *Rifön* durch *Brännösund* und bei *Hakefjord* in gehörig tiefen Wasser fahren; jetzt hingegen kommen kaum kleine Fischerboote fort. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich bei *Hönön*, *Asperfund* und mehreren andern Stellen. Die Lootsen verichern, daß in jedem Fahrwasser, *deffen Boden aus festem Gestein besteht*, die Tiefe des Wassers mit jedem Decennium abnehme. Dieses Verhalten findet sich im Allgemeinen an der ganzen Küste von *Bohus-Län* und wurde auch bei *Glumsten* in *Halland* bemerkt.

Hrn. Brunncrona's Bericht enthält noch zu der Tabelle eine Menge Nachweisungen, die sich aber zu sehr auf lokale Verhältnisse beziehen, als daß sie von allgemeinerem Interesse seyn könnten. Es mag daher genügen, aus dem Schluss des Aufsatzes das Verzeichniß der in den Jahren 1820, 21 und 22 neu errichteten Wafferzeichen, mit Uebergelung dessen, was sich nur auf deren Lage und Form bezieht, hier noch anzuführen:

Im Jahre 1820 wurden Wahrzeichen errichtet:

- 1) am St. Olofsstein bei *Äffasund* in Gefleborgs-Län. Kirchspiel Hille unter der Breite von $60^{\circ} 52'$.
- 2) In einem Berge am Fahrwasser zu *Grässö* in Stockholms-Län. Kirchspiel Börstel. Breite $60^{\circ} 18'$.
- 3) An der nördlichen Seite vom Bakberg bei *Svartklubben* in Stockholms-Län. Kirchspiel Hafverö. Breite $60^{\circ} 11'$.
- 4) An der nordwestlichen Seite der Insel *Wedlösa* in Stockholms-Län. Kirchspiel Vätö. Breite $59^{\circ} 51'$.
- 5) An einer Klippe bei *Lilla Känsön*, deren Spitze noch vor 29 Jahren im Wafferpiegel lag. In Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Fröhjunda. Breite $57^{\circ} 57'$.
- 6) Auf einer Klippe zu *Kalven* in Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Öckerö, unter $57^{\circ} 42'$ Breite. Noch von 33 Jahren berührte die Spitze der Klippe den Wafferpiegel.

Im Jahre 1821.

- 7) Am Abhange eines Berges zu *Barsviken* in Wester-Norrlands-Län. Kirchspiel Hädånger. Breite $62^{\circ} 28'$.

8) Auf der Insel *Notholmen* in Gefleborgs - Län, Kirchspiel Jättendal. Breite $61^{\circ} 56'$ an einer am südwestlichen Strande des Berges hervorspringenden Klippen spitze.

9) An einer hohen Klippe zu *Korsgrundet* in Gefleborgs - Län. Kirchspiel Rogsta. Breite $61^{\circ} 50'$.

10) Am Felsen bei der nördlichen Einfahrt des Hafens zu *Koön* in Gothenburgs - und Bohus - Län bei Marstrand. Breite $57^{\circ} 53'$.

11) Auf der Insel *Stora Hälsö* in Gothenburgs - und Bohus - Län. Kirchspiel Skee. Breite $58^{\circ} 58'$.

Im Jahre 1822.

12) zu *Ulfün* in VVester - Norlands - Län. Kirchspiel Nättra. Breite $63^{\circ} 0'$.

Die Zeichen bestehen entweder aus horizontalen Linien oder Bohrlöchern, die man in den Felsen eingrub und zum Theil noch durch beige setzte Jahreszahl u. f. w. leichter kenntlich machte. Die meisten wurden von Hrn. Bruncrona selbst errichtet.

Der zweite von Hrn. C. P. Hällström (zu Stockholm) herrührende Auflatz, enthält unter dem Titel „Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung“ einige sehr schätzbare Beiträge zur Beurtheilung nicht bloß dieser, sondern auch des Phänomens im Allgemeinen. Deshalb mögen hier auch meist die eigenen Worte des Verfassers folgen.

Es ist jetzt außer allen Zweifel gesetzt, hebt Hr. Hällström an, dass das Vermindern des Wassers, oder richtiger gesagt, das Sinken des Wasser spiegels in dem nördlichen Theile der Ostsee und vorzüglich im gauzen bohmischen Meerbusen, wirklich stattfindet.

Dass es an mehreren Orten nur scheinbar vorhanden ist, widerspricht dieser Erfahrung nicht. In feichten Meerbusen und an den Mündungen der Flüsse wurde wohl der Boden durch das Wachsen der Grasbänke oder durch herbeigeführte Schlamm-Massen erhöht und das frühere Fahrwasser dadurch unbrauchbar gemacht, aber dass die Erscheinung wirklich stattfindet, beweisen an tieferen Wässer und in beträchtlichen Entfernungen von den Küsten, sowohl eingehanene als natürliche Merkzeichen, deren Unveränderlichkeit man nicht in Zweifel zu ziehen Ursache hat. Von dem Vorhandenseyn der Erscheinung als Thatssache, sind wir demnach völlig überzeugt, kennen indess bis jetzt nichts weiter von derselben, als deren ungefährnen Gang. Wir wissen noch nicht mit Bestimmtheit, wie viel das Sinken in einem Jahrhundert beträgt, ob es gleichförmig geschieht oder ob es gewissen Perioden unterworfen ist; ob lokale, klimatische oder atmosphärische Einflüsse dabei mitwirken und ob die Grösse des Sinkens, von der man nur im Allgemeinen weiß, dass sie von Norden nach Süden abnimmt, zur Breite des Ortes in einem einfachen oder mehr zusammengesetzten Verhältnisse steht. Alles dieses zu erforschen, steht uns noch bevor, da der Gegenstand unläugbar dieselbe genaue und aufmerksame Behandlung verdient, welche andern Zweigen der Naturwissenschaft gegenwärtig zu Theil geworden ist. Unsere Ansichten gehen indess nicht auf das gutgemeinte Unternehmen hinaus, durch Beobachtung der ältern Merkzeichen und durch das Setzen neuer, fernere Angaben über den Wasserstand wie bisher zu sammeln, denn diese können nur das Bekannte bestä-

tigen, und bringen unsere Kenntniß von dieser Erscheinung nicht weiter, als sie jetzt ist. Vielmehr ist es unsere Meinung, daß man das frühere Beobachtungsverfahren verbessern und mehr der Natur der Sache anpassen müsse.

Die gegenwärtig bekannten Zeichen für den Wasserstand und deren Abmessungen haben bisher nur wenig zuverlässige und oft nicht übereinstimmende Schlüsse über die wahre Größe der Verminderung des Wassers zu ziehen erlaubt. Dies röhrt offenbar von der unsicheren und so zu sagen rohen Methode her den Wasserstand zu beobachten. Tägliche Erfahrungen zeigen, daß die Ostsee, obgleich sie nicht der Ebbe und Fluth unterworfen ist, dennoch mehrere Fuß steigt oder fällt, so wie die verschiedenen Winde auf das Wasser wirken und dieses zum Sunde hinein oder hinaus treiben *). In dem Maafse, wie sich diese Abwechslungen häufen oder sich die Gränzen des höchsten und niedrigsten Standes erweitern, ist es auch schwer ohne Hülfe mechanischer Vorrichtungen oder fleißiger Beobachtungen den mittlern Stand zu bestimmen. Alle Untersuchung in diesem Felde muß aber von einer absoluten Bestimmung des letztern ausgehen, da nur diese für die Berechnung einen sichern Anhaltspunkt giebt. Bei dem Setzen und Beobachten der Zeichen hat man sich meist an den Angaben des mittlern Wasserstandes gehalten, welche zuverlässige und glaubwürdige Personen mit-

*) Auch gehört hier die von Schulten nachgewiesene Wechselseitigkeit zwischen dem Stande des Barometers und der Wasserhöhe der Ostsee (Annal. d. Ph. Bd. XXXVI. 314.) P.

theilten. Man sieht indeß leicht ein, wie viel hier dem Gudünken überlassen blieb, und daß, wenn gleich Gewohnheit und Uebung der Beurtheilung sehr zu Hülfe gekommen seyn mögen, man doch über eine Gröfse in Zweifel ist, welche zwar im Allgemeinen wenig bedeutet, aber doch von Wichtigkeit ist, wenn man Genauigkeit verlangt.

Zuverlässigeres Wahrzeichen giebt die Natur selbst an die Hand. Die Erfahrung hat es nämlich bestätigt, daß die Perioden des zufälligen Steigens und Fallens des Wassers schnell vorübergehen und daß die Oberfläche desselben zwischen beiden eine längere Zeit in einer einigermaßen unveränderten Höhe stehen bleibt, welches meistentheils in der Mitte des Sommers der Fall zu seyn pflegt, wodurch sich an den Küsten und Klippen ein deutlicher sogenannter Wasserrand erzeugt. Ferner reichen die Moose, welche

Beobachtungen des Sinkens der Meeres-

| | Das Zeichen des Wassertandes ist gesetzt | |
|--|--|----------|
| | von | im Jahre |
| Raholmen in Nieder Kalix Kirchspiel | And. Davidson | 1700 |
| Stor Rebben in Piteå Kirchspiel | And. Hellant | 1751 |
| Ratan in Bygdeå Kirchspiel | A. Chydenius | 1749 |
| | A. Hellant | 1774 |

die Felsen bedecken, ebenfalls nur bis zu dem gewöhnlichen Wasserstand im Sommer hinab und bilden daher eine bestimmte Gränze.

Diese beiden von der Natur gegebenen Merkmale, wie wenig bestimmt sie auch seyn mögen, verdienen dennoch vor den Angaben der Bewohner der Scheeren den Vorzug; man hat indes keine Rücksicht auf sie genommen, sondern die Wassergrenze stets nur nach Schätzung bestimmt.

Zum Beweise dessen, was ich über die Unzuverlässigkeit der jetzt gebräuchlichen Methode, das Sinken der Meeresfläche zu bestimmen, gesagt habe, und um zu zeigen, wie schwankend unsere Kenntniß von der wahren Größe derselben ist, füge ich die nachstehende tabellarische Uebersicht bei, die sich theils auf meine eigenen, theils auf Beobachtungen Anderer stützt.

Oberfläche im Bothnischen Meerbusen.

| Das Zeichen des Wasserstandes ist untersucht | | Stand der Oberfläche des Wassers unter dem Zeichen | Anzahl der verlaufenen Jahre | Größe des Sinkens des Wassers in 100 Jahren |
|--|----------|--|------------------------------|---|
| von | im Jahre | | | |
| Hellant | 1750 | 2,05 Fuß | 50 | 4,10 Fuß |
| Zelberg | 1775 | 2,49 | 75 | 3,32 |
| af Schultén | 1785 | 1,70 | 34 | 5,00 |
| Hjort von Ornäs | 1796 | 1,90 | 45 | 4,22 |
| af Schultén | 1785 | 2,70 | 36 | 4,72 |
| Wallman | 1795 | 2,50 | 46 | 5,43 |
| Hällström | 1819 | 2,60 | 70 | 3,47 |
| af Schultén | 1785 | 0,55 | 11 | 5,00 |
| Wallman | 1795 | 1,16 | 21 | 5,52 |
| Hällström | 1819 | 1,60 | 45 | 3,57 |

| | Das Zeichen des Wasser- standes ist gesetzt von |
|--------------------------|---|
| Ratan | C. Wallman 1795 |
| Rönskär | E. Klingius 1755 |
| in den Scheeren von Wasa | |
| Wargön | E. Klingius 1755 |
| in den Scheeren von Wasa | |
| Löfgrundet | Rudman 1731 |
| vor Gefle | oder Celsius |
| Ulfön | C. Wallman 1795 |
| in Ängermanland | |

Die einzelnen Angaben stimmen nicht im mindesten überein, sondern weichen oft beträchtlich von einander ab. Nimmt man aber das Mittel aus ihnen, so ergiebt sich für das Sinken im Bothnischen Meerbusen, während 100 Jahren:

| | | |
|----------------------------|-------------|----------|
| nach den Beobachtungen bei | Raholmen | 3,71 Fuß |
| | Stor-Rebben | 4,61 |
| | Ratan | 4,34 |
| | Rönskär | 4,20 |
| | Vargön | 4,40 |
| | Löfgrundet | 4,35 |
| Im Durchschnitt also | | 4,26 |

Dass die mittleren Resultate eine so grosse Ueber-einstimmung zeigen, kann nur einem glücklichen Zufall zugeschrieben werden. Was man hieraus mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit schliessen kann, besteht im Folgendem: 1) dass das Sinken auf dem ganzen bothnischen Meerbusen gleich gross zu seyn

| Das Zeichen des Waferstandes ist untersucht von | | Stand der Oberfläche des Waffers unter dem Zeichen | Anzahl der verlaufenen Jahre | Größe des Sinkens des Waffers in 100 Jahren |
|---|------|--|------------------------------|---|
| Hällström | 1819 | 0,65 Fuß | 24 | 2,71 Fuß |
| Hällström | 1797 | 1,70 | 42 | 4,05 |
| Brodd | 1821 | 2,87 | 65 | 4,35 |
| af Schultén | 1785 | 1,43 | 30 | 4,83 |
| Hällström | 1797 | 1,69 | 42 | 4,02 |
| Brodd | 1821 | 2,87 | 65 | 4,35 |
| af Schultén | 1785 | 2,90 | 54 | 5,37 |
| Robson | 1796 | 2,17 | 65 | 3,34 |
| A. Almlöf | 1822 | 1,58 | 27 | 5,85 |

scheint, und daher innerhalb dieses Raumes keine Beziehung zur Breite des Ortes stattfindet; 2) dass die Größe des Sinkens in 100 Jahren nahe 4 Fuß beträgt. Dieses wirklich merkwürdige Resultat lässt befürchten, dass unter gleichbleibenden Verhältnissen die Küstenfahrt in den nördlichen Provinzen für die Folge einen sehr nachtheiligen Einfluss erleiden wird. Wären die verschiedenen in kürzeren Zeiträumen gemachten Beobachtungen genau, so könnte man aus denselben noch einen dritten nicht unwichtigen Schluss ableiten, nämlich den, dass das Fortschreiten nicht gleichförmig geschieht, sondern bedeutenden Anomalien unterworfen ist, zu deren Bestimmung indes diese Beobachtungen nicht hinreichend sind.

Bei *Calmar* beträgt das Sinken den Beobachtungen zufolge, in 100 Jahren 2 Fuß; in wiefern dieses aber nach Norden zunimmt um die Größe des Sin-

kens im bothnischen Meerbusen zu erreichen, oder ob irgendwo ein plötzlicher Uebergang von einem zu dem andern stattfindet, ist uns nicht bekannt. Durch die im Jahre 1820 gesammelten Thatsachen und Nachrichten, von denen weiterhin die Rede seyn wird, hat man hierüber keinen annehmbaren Aufschluß erhalten. Eben so wenig kennt man das Verhalten an den östlichen Küsten der Ostsee, und man kann nur aus den wenigen vorhandenen Angaben schließen, daß das Sinken dort noch geringer sey, als in Calmar.

Die Beobachtungen, welche in Calmar von den Lectoren Wikström und Frigelius angestellten wurden, sind unter allen die zuverlässigsten, hauptsächlich wegen des bei ihnen angewandten Verfahrens. Dieses bestand nämlich darin, daß man an einer zum Theil ins Wasser gesenkten Skale, die an einem festen unveränderlichen Gegenstand angebracht war, täglich die Höhe der Wasserfläche bemerkte, und aus diesen Beobachtungen die jährliche Mittelhöhe bestimmte. Diese Methode gewährt offenbar die größte Genauigkeit und giebt, mehrere Jahre hindurch fortgesetzt, nicht bloß den jährlichen Betrag des Sinkens der Oberfläche, sondern auch hinsichtlich seines Fortschreitens den gleichförmigen oder schwankenden Gang.

Dieses Beobachtungsverfahren ist nicht neu; es wurde schon im Jahre 1754 von dem Lector Wickström erfunden und ausgeführt, auch ward es später vom Lector Frigelius beibehalten, der die Beobachtungen des ersten von den Jahren 1797 bis 1802 fortsetzte. Auf dieselbe Art hat man auch im Laufe der

letzverflossenen 10 Jahren die Veränderungen an der Oberfläche des *Wenern*-Sees bestimmt, welche hinsichtlich ihres periodischen Ganges nicht minder merkwürdig sind als die Erscheinung des Sinkens der Ostsee, um so mehr, da die Ursachen derselben auf das Genaueste entdeckt wurden.

Gegen die Angabe, dass das Sinken der Ostsee bei Calmar in 100 Jahren 2 Fuß betrage, kann man mit Recht einwenden, dass wenn die Erscheinung vom bothnischen Meerbusen an bis hieher einen gleichen und ununterbrochenen Gang befolge, sie sich auch südlich von Calmar zeigen müsse, wo sie aber in einigen Meilen gänzlich verschwindet. Lässt dies gleich vermuten, dass jene Angabe zu gross sey, so wird dadurch die Richtigkeit jener Beobachtungen nicht widerlegt, sondern es zeigt nur, dass lokale Ursachen, wie z. B. Strömungen in dem Sund von Calmar Einfluss auf den Wasserstand hatten. In gleicher Breite können an den östlichen Küsten von Öland die Resultate vielleicht ganz anders ausfallen. Die Lage des Schlosses von Calmar, welches gegenwärtig nur $4\frac{1}{2}$ Fuß über dem Wasserstand steht, scheint ebenfalls einem so bedeutenden Sinken zu widersprechen; denn wenn das Alter dieses Gebäudes sich auf 550 Jahre beläuft und dieses unmittelbar an dem Wasserstand errichtet ward, so betrüge das Sinken in 100 Jahren nicht mehr als 0,82 Fuß. Indess ist es nicht völlig ausgemacht, ob das Fundament des Schlosses noch das ursprüngliche ist, und es nicht durch später hinzugekommene Anlagen verändert ward. Mit der letzten Angabe stimmt auch die auf *Skallön* im Jahre 1820 an *Wickströms* Wasserzeichen gemessene Höhe

mehr überein, nach welcher das Wasser in 100 Jahren nur 0,66 Fuß gefallen wäre. Die Anomalien an dieser Stelle scheinen der Nachwelt noch viel zu erforschen übrig zu lassen.

Die Erfahrung, daß an den Küsten von Gotland keine Verminderung des Wassers bemerkt ward, kann man gewiß nicht bestreiten, jedoch fehlt noch der Beweis, daß der Hafen von *Slitö* gegenwärtig genau dieselbe Tiefe besitzt, wie vor 100 Jahren. Wer das Verfahren kennt, welches man bei Ablothungen von 20 bis 36 Faden tiefem Gewässer anwendet, wird diesen Einwurf gewiß für gegründet halten. Bei einer Ablothung dieser Art kommt es auf einen Fuß mehr oder weniger gar nicht an, da diese Größe bei einer solchen Tiefe in nautischer Hinsicht von gar keiner Bedeutung ist; man pflegt auch die wahre Tiefe nur bis $\frac{1}{2}$ Faden anzugeben. Wer kann übrigens sicher seyn, daß bei zwei verschiedenen Messungen der Tiefe, das Senkblei genau auf dieselbe Stelle des Bodens fällt, und daß das Wasser nicht einmal hoch und das andremal niedrig stand? Durch beide Umstände kann das wirklich in der verflossenen Zeit stattgehabte Sinken compenfirt oder unmerklich gemacht werden. Dass die Häfen um Gotland in späteren Zeiten leichter wurden, mag nun eine Verminderung des Wassers stattgefunden haben oder nicht, röhrt allein von Anschwemmungen des Sandes und der Geschiebe her, oder ist auch durch Verschlammung von der Landseite her bewirkt. Dasselbe gilt in grösserem oder geringerem Grade von Fahrwassern an andern Stellen der Küste von Schweden, die offenbar versandet wurden.

Die gewissen Gebirgsarten beigelegte Eigenschaft, sich nach oben zu schieben, wäre besonders merkwürdig, wenn derselben nicht in theoretischer Hinsicht jeder Beweis der Möglichkeit abginge und die Angabe nicht von Personen herrührte, auf deren Fähigkeit zu beobachten und über Gegenstände dieser Art nachzudenken, man nicht berechtigt ist Vertrauen zu setzen. So viel mir bekannt ist hat man niemals bemerkt, dass der Kalk- und Sandstein-Grund um Gotland und Öland sich gehoben habe. Weiter hinauf findet man diese Gebirgsarten nirgends ansiehend, sondern es herrscht überall der Gneis, welcher im Allgemeinen in den Scheeren reich an Feldspath ist und deshalb eine röthliche Farbe zeigt. Warum sollte aber diese Art von Gneis eine grössere Neigung besitzen sich zu heben, als eine andere, in welcher diese Restandtheile nicht vorherrschen? Dieser unerwiesene Satz beruhet offenbar auf einem Irrthume. Es ist bekannt, dass das Meer an verschiedenen Stellen in den Scheeren vor Nortelje und Gefle grössere oder kleinere Sandsteingeschiebe theils anschwemmt, theils mit dem Eise herbeiführt, welche auch dort gesammelt und als Baumaterial benutzt werden. Sind diese Steine in einem Jahre fortgenommen, so find sie in dem andern durch eine gleiche Menge wieder ersetzt, und wo sie während einer längern Zeit zusemmengehäuft wurden, scheint es dem einfältigen Strandbewohner als hätte sich der Boden gehoben.

Ich muss erinnern, dass in der tabellarischen Uebersicht über das Sinken der Wasseroberfläche der Ostsee, die angegebene Grösse des Sinkens an wenig Orten sich auf eine wirkliche Beobachtungsreihe von 40 Jah-

ren bezieht. Die meisten Angaben sind auf diese Periode durch Berechnung zurückgeführt, theils nach dem Alter der eingehauenen Zeichen, theils nach dem, was sich über die Verminderung des Wassers in dem Gedächtniss der Menschen erhalten hatte. Man kann daher die gegebenen Resultate nicht mit einander vergleichen. Wenn man dieselben mit Bezug auf die beigefügten Jahreszahlen und anderweitigen Bemerkungen auf eine Periode von 100 Jahren berechnet, so entsteht folgendes Verhältniss:

| Ratan. | Rätaskär. | Hellants Zeichen | 3,26 Fuß |
|---------------------------------|---------------------------|------------------|----------|
| Ledskär. | Chydelius Zeichen | 3,52 | |
| | Wallmans Zeichen | 2,00 | |
| Agön | | | 4,39 |
| Löfgrundet | | | 2,81 |
| Svartklubben | | | 6,02 |
| Gislinge | | | 1,51 |
| Söderarm | | | 4,00 |
| Sandhamn | | | 4,00 |
| Landsort; af Schulten's Zeichen | | | 5,00 |
| | Stein in Kroksskärs Hafen | | 3,67 |
| | Stein bei Idmaren | | 4,00 |
| Hartsön | | | 2,82 |
| Sävesund | | | 2,91 |
| Häfringe | | | 5,00 |
| Ärkön | | | 1,66 |
| Kettilön | | | 2,77 |
| Häradsskär | | | 3,33 |
| Stedholmen | | | 3,33 |
| Calmar, auf Skallön | | | 0,66 |
| Känsön | | | 4,00 |
| Koön | | | 2,00 |

Ueber die Verminderung des Wassers an den Küsten von Bohus-Län besitzt man alle Erfahrungen, welche die beiden zuletzt erwähnten Angaben bestäti-

gen; dennoch zeigt sich die Erscheinung nicht weiter südlich an den Küsten von Halland oder Schonen, oder an den in Westen liegenden dänischen Küsten des Kattegats. Das gegenseitige Verhältniss ist noch weniger befriedigend als beim bothnischen Meerbusen, und zeigt, wie wichtig es wäre, durch fortgesetzte und methodisch angestellte Beobachtungen die genannte Kenntniß einer Erscheinung herbeizuführen, welche in ihrer Art die einzige bekannte auf der Erde ist *).

Es würde vielleicht zu grosse Aufopferungen von Mühen, Kosten und Zeit verursachen, wenn man an gewissen bestimmten Punkten der Ostseeküsten Beobachtungen auf die zuvor beschriebene Art, die einzige, welche ein sicheres Resultat geben kann, jährlich

* Durch die Vorrede zum 2ten Theile von dem genannten Werke des Hrn. v. Hof bin ich auf eine in der Correspondence astronomiq. Vol. X. p. 266 enthaltene Notiz aufmerksam gemacht, die eine Erscheinung erwähnt, welche vielleicht mit der an der Ostsee parallelisiert werden kann. Es heißt daselbst: „Die Otaheimer behaupten, daß sich das Meer von ihrer Küste zurückziehe. Sie zeigten den Engländern ungefähr 4 Meilen von Venuspoint, der die Gränze des Distriktes von Whapiano bildet, einen Fusssteig, den man zu Zeiten des Capitän Wallis, der die Insel im Jahre 1767 entdeckte, selbst zur Ebbezeit, wegen der hohen vom Pic herabgehenden Felsen, nicht passiren konnte und der jetzt zu allen Zeiten gangbar ist. Diese Insulaner versichern an den meisten Orten der Insel Zeichen von dem Rückzuge des Meeres wahrgenommen zu haben.“ Woher diese Notiz genommen ist, finde ich in der Corresp. astronom. nicht angegeben. Eben so muß es bis zur genaueren Prüfung dahingestellt bleiben, ob die Urtheilkraft der Insulaner diese Erscheinung von den im Südmeere so gewöhnlichen Corallenbildungen unterscheiden konnte oder nicht. P.

anstellte. Geschähe dieses indes jedes fünfte oder wenigstens zehnte Jahr zu gleicher Zeit an allen Stellen, so würde man diesen Zweck gewiss erreichen. An einer oder der andern Hauptstation, welche durch ihre Lage oder durch andere günstige Umstände dazu geeignet ist, könnte dies in jedem Jahre geschehen. Zugleich müssten dabei Barometerstand, Winde, Strömungen u. s. w. sorgfältig berücksichtigt werden, um zugleich den Zusammenhang zu erforschen, welcher zwischen deren Veränderungen und dem gleichförmigen oder schwankenden Fortschreiten der Verminderung des Wassers vielleicht stattfinden könnte.

Hr. Hällström beschließt seinen Aufsatz mit dem Wunsche, dass die K. Akademie zu Stockholm, welche schon früher, wenn auch nur mittelbar durch den Eifer einzelner ihrer Mitglieder, so sehr für die nähere Kenntniß dieser Erscheinung bemüht war, auch ferner derselben ihre Aufmerksamkeit schenken möge, indem sie dieselbe Berücksichtigung verdiene wie irgend ein anderer Gegenstand der menschlichen Wissbegierde.

(Um dem Leser die Lage der Oerter zu versinnlichen, an welchen in neuerer Zeit die zuverlässigeren Beobachtungen über das sogenannte Sinken des Wassers ange stellt sind, habe ich diesem Hefte eine, aus dem Hermelin'schen Atlas entnommene, Skizze der schwedischen Küste beigelegt. Zur Unterscheidung von den übrigen Orten sind die, welche sich auf die Wasserabnahme beziehen, unterstrichen worden. P.)

VIII.

Beschreibung einiger hydropneumatischen Lampen.

2) von Andrew Fyfe.

Die Entdeckung des Hrn. Prof. Döbereiner über das Erglühen des schwammigen Platins durch Wasserstoffgas führt leicht auf ihre Anwendung zu einer schnell Feuer gebenden Maschine, auch sind schon verschiedene Vorrichtungen zu diesem Zweck erdacht. Zuerst verfiel man auf diejenige, welche vor längerer Zeit von Hrn. Gay - Lussac angegeben ward, um einen Vorrath von Wasserstoffgas aufzubewahren. Sie ist jedoch kostbar und nicht leicht von denen zu handhaben, die keine Gewandtheit besitzen mit chemischen Apparaten umzugehen. Eine andere von Hrn. Adie erfundene, ist ebenfalls noch zu kostbar, wenn gleich sie weniger zusammengesetzt ist. Diejenige, welche von mir angewandt ward, besitzt den Vorzug, dass sie einfach, wohlfeil und leicht zu handhaben ist, und dennoch in gleichem Grade ihren Zweck erfüllt.

Das Instrument besteht nur aus einer gebogenen Gläsröhre *ABC*, deren innerer Durchmesser nahe einen Zoll beträgt und die in einem hölzernen Stativ befestigt ist. Der kürzere Arm *C* ist 5, und der längere 8 Zoll lang. An der Mündung bei *C* ist eine dünnerne Gläsröhre angebracht, welche durch einen Hahn *D* verschlossen werden kann. Von ei-

nem Messingringe welcher bei **E** die Röhre genan umschließt, ragt ein Stück hervor, an welchem mittelst eines sehr dünnen Drahtes das schwammige Platin befestigt ist.

Wenn das Platin seine Fähigkeit zum Erglühen verloren hat oder eine grössere Menge von Hydrogen erfordert, so bedeckte ich es mit einer Kappe, die bei **K** dargestellt ist und bei **L** genau an den Cylinder anschließt. Soll die Lampe gebraucht werden, so bringt man in den kürzeren Arm ein Stück Zink nach **G**, wo eine kleine Glasröhre **H** verhindert, dass es der Biegung der Röhre näher komme als ungefähr auf einen Zoll. Alsdann gießt man soviel verdünnte Schwefelsäure hinein, dass die Röhre ungefähr bis **S** damit gefüllt wird und verschließt alsdann den kürzeren Arm durch den Stöpsel und Hahn. Das durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das Zink erzeugte Wasserstoffgas, füllt den kürzeren Arm und treibt die Flüssigkeit in dem längeren Ende in die Höhe, bis endlich die Gasentwicklung aufhört wenn die Säure unter das Zink hinabgedrückt ist, und das Gas ungefähr einen Druck von einer 6 bis 7 Zoll langen Säule der Flüssigkeit zu tragen hat. Wenn nun der Hahn geöffnet wird, so strömt das Hydrogen gegen das Platin, die Flüssigkeit steigt in dem kürzeren Arm und da sie alsdann das Zink wiederum berührt, so findet eine abermalige Gasentwicklung statt. Der Abstand des Platins hängt von der Größe der Hahnöffnung ab, und deshalb ist der Ring **E** beweglich, damit er leicht adjustirt werden kann.

Dieser Apparat fasst nur ungefähr einen Kubikzoll von dem Gase, was ich um Feuer zu erhalten für

hinreichend glaube, denn wenn auch hiедurch das Platin nicht so lange im Glühen erhalten werden kann, um das Gas zu entflammen, so ist die erzeugte Hitze doch hinlänglich um ein Schwefelholz daran zu entzünden. Man darf also nur wenn das Platin im Rothglühen gerath ein Schwefelholz demselben nahehn, und dabei die Vorsicht gebrauchen, das Glühen auf einige Sekunden zu erhalten, damit aller etwa anhangender Schwefel verflüchtigt werde, weil dieser sonst bei einem abermaligen Gebrauch der Lampe das Erglühen des Platins verhindert. Ich möchte daher rathen, bei jedesmaligem Gebrauch die Flamme des Schwefelholzes auf eine kurze Zeit an das Platin zu bringen.

Ich glaube dass diese Lampe noch mancher Verbesserung fähig ist, allein sie würde dadurch auch zusammengezettter werden und einen ihrer Hauptvorteile, nämlich Wohlfeilheit, verlieren. Eine Lampe von der so eben beschriebenen Einrichtung kostet (in England) ungefähr 10 Schillings (!) (Edinb. phil. Journ. Oct. 1824.)

2) von Hrn. Gardon.

Die Gestalt, welche Hr. Gardon dieser Lampe gab, veranschicht die Figur (5). *AB* ist eine Glaskugel, welche mittelst einer Hervorragung genau in den Hals *mn* eines andern kugelförmigen Glasgefäßes, *CD* passt. Die Kugel *AB* endigt sich nach unten in einem offnen Hals *mnap*, an dessen unterem Ende ein kleiner Cylinder von Zink *op* angebracht ist.

An dem Hals des Gefäßes *CD* ist eine Vorrichtung von Messing *abc* angebracht, durch welche das in dem Gefäß *CD* enthaltene Gas bei *c* ausströmen kann, wenn man den Hahn *d* öffnet. Der Arm *ef* gleitet durch *h* und trägt in einer Büchse von Messing *P* ein Stück von dem schwammigen Platin; mit Hülfe dieses verschiebbaren Armes kann man das Platin der Spitze *c* nach Belieben nahe oder fern stellen.

Schüttet man nun durch die Mündung *S* verdünnte Schwefelsäure in das Gefäß *AB*, so fliesst dieselbe zum Halse *mn* hinaus und drückt die Luft in *CD* zusammen, wenn der Hahn verschlossen ist. Die Säure wirkt nun auf den Ring von Zink und entwickelt Wasserstoffgas, welches nachdem die gemeine Luft hinausgelassen ward, das Gefäß *CD* allmählig anfüllen wird. Oeffnet man alsdann den Hahn, so strömt das Gas bei *c* hinaus auf das Platin, und erzeugt bald eine solche Hitze, daß dasselbe ins Glühen gerath und augenblicklich Feuer liefert. In der Lampe des Hrn. Garden wird der Ring von Zink von einem Stücke Kork getragen, so daß, wenn das Gefäß *CD* mit Gas gefüllt ist, die verdünnte Säure das Zink nicht mehr berührt und kein Wasserstoffgas weiter entwickelt wird. Sobald aber das Gas bei *c* hinaustritt und seine Elasticität nachlässt, wird die Säure im Gefäß *CD*, durch den Druck der übrigen Flüssigkeit gehoben, wirkt wieder auf das Zink und ersetzt dadurch das verloren gegangene Wasserstoffgas.

s) von Hrn. Adie.

Die Figur (4) zeigt die Gestalt, welche Hr. Adie dieser Lampe gegeben hat; es sind bei ihr die verschiedenen Theile mit denselben Buchstaben wie bei Fig. 3 bezeichnet. Diese Lampe ist am Boden *AB* mit einem Kegel von Glas versehen, um damit den Ring von Zink *op* festzuhalten, der also beständig in dieser Lage bleibt.

Diese Lampe besitzt eine grössere Festigkeit und ist weniger einer zufälligen Verletzung unterworfen.

Prof. Cumming zu Cambridge, welcher eine von diesen Lampen im December 1825 gebrauchte, fand es nöthig das Platin nach jedesmaligem Gebrauch mit einer Kappe zu bedecken. Mit Platinfolie von $\frac{3}{16}$ Zoll Dicke, und in einem verschlossenen Rohr gehalten, konnte die nämliche Wirkung erzeugt werden; wenn die Dicke der Platina aber $\frac{1}{4}$ eines Zolles betrug, so war ein vorheriges Erhitzen desselben bis zum Rothglühen nöthig.

(Edinb. Journ. of Science I, 144.)

ein Auffassen, hieß es sich gleich (1) und ich soll
nun dies auf die Stelle **IX.** folgendes vernein

*Das Cyanjod, eine neue Verbindung der Jode mit
Stickstoff und Kohlenstoff;*
von
Hrn. SERULLAS *)

Die Verbindung der Jode mit dem Cyan gehört zu
denen, welche man bisher noch nicht darstellen konn-
te. Als Grund hieyon glaubte ich anfänglich anneh-
men zu müssen, dass sich dieselbe nur unter einem
sehr hohen Druck erzeugen lasse, und um dies zu
prüfen, versuchte ich ihre Darstellung in einem ähn-
lichen Apparat zu bewirken, wie den, welchen die
Hrn. Davy und Faraday zum Condensiren der
Gasarten anwandten. Es wurden daher 12 Grm.
Cyanquecksilber mit 6 Grm. Jode, beide wohl getrock-
net, in ein 4 bis 5 Decimeter langes und 15 bis 20
Millimeter weites Glasrohr gebracht und zwar so,
dass sie sich nicht berührten. Eine Biegung der Röhre
zwischen beiden Stoffen sollte dies noch mehr verhin-
dern, allein durch die, beim Zusammenschmelzen der Röhre
vor der Lampe nöthigen, Bewegungen der Röhre
mischtien sie sich dennoch mit einander. Als ich dar-
auf die Röhre an der Stelle erhitzte, wo sie das Ge-
mischt enthielt, erfolgte eine Zersetzung des Cyan-
quecksilbers unter Verflüchtigung eines grossen Theils

*) Auszug aus d. J. d. Ch. et Ph. XXVII. 184.

der Jode. Es bildete sich rothes Jodquecksilber, eine Flüssigkeit (flüssiges Cyan (*P.*)) sammelte sich in geringer Menge an dem von der Wärme entfernten Ende der Röhre und ein wenig über dem Jodquecksilber und dem kohligen aus der Zersetzung des Cyanquecksilbers hervorgegangenen Rückstand, setzte sich eine weisse im Aeußern der Baumwolle ähnliche Masse ab, deren Menge so bedeutend war, daß sie auf eine Strecke von 5 bis 4 Centimeter die ganze Röhre füllte.

Nach dem Erkalten ward die Röhre geöffnet, wobei, durch die schnelle Verwandlung der Flüssigkeit in Dampf, eine leichte Verpuffung stattfand. Die herausgenommene Masse hatte ein weisses wollartiges Ansehen und zeigte nur durch mitverflüchtigte Jode einige graue Punkte. Ihr Geruch war stechend und hielt, obgleich eigenthümlicher Art, doch das Mittel zwischen dem der Jode und dem des Cyans. Beim Kochen zeigte sie sich tizend und ließ noch lange hernach einen sehr hervorstehenden Metallgeschmack zurück. Der letzte Umstand, im Verein mit dem, daß sowohl durch Säuren als durch Alkalien die Gegenwart des Jodquecksilbers darin zu entdecken war, ließ mich anfänglich glauben, daß die neue Substanz eine Verbindung von Cyan, Jode und Quecksilber sey. Eine genauere Untersuchung zeigte mir aber, daß das Cyanquecksilber eingemengt war und von der übrigen Verbindung, die nur aus Jode und Cyan bestand, getrennt werden konnte.

Bei einem dieser Versuche hatte ich Gelegenheit die außerordentliche Kälte zu beobachten, welche Flüssigkeiten im Augenblick ihrer Verwandlung zu Gas erzeugen können. Es hatte sich nämlich eine

ziemliche Menge flüssigen Cyans gebildet, dessen Gas, als ich eine Stelle der Röhre durch eine glühende Kohle erweichte, sich an dieser eine Oeffnung bahnte und mit starkem Zischen entwich. Das Ausströmen des Gases hielt eine Zeitlang an, da die Oeffnung nur klein war, und dies erlaubte mir den Theil der Röhre, welcher das flüssige Cyan enthielt, in kaltes Wasser zu tauchen. Kaum hatte ich aber diesen wieder herausgezogen, als er sich mit einer sehr harten und dicken Schicht von Eis belegte. Ich führe dieses nur Beispiels halber an, da nichts Unerwartetes darin liegt, seitdem wir durch einen Versuch des Hrn. Gay-Lussac wissen, daß das in der Atmosphäre enthaltene Wasser augenblicklich auf einer Glaskugel niedergeschlagen wird, auf die man einen schmalen Strom stark verdichteter Luft leitet.

Ich habe auch bemerkt, daß das flüssige Cyan eine gewisse Menge Jode auflöst und dadurch roth gefärbt wird, doch bildet sich nicht die krySTALLINISCHE Masse, wie unter andern Umständen, wenn erstere die Gasform annimmt.

Nachdem ich erkannt hatte, daß sich das Cyan mit der Jode verbinden läßt auch ohne Hülfe eines künstlichen Druckes, kehrte ich zu den gewöhnlicheren Verfahrungsarten zurück und wählte unter diesen das folgende: Zwei Theile Cyanqueckfilber und ein Theil Jode, beide völlig trocken, wurden in einem Glasmörser mit einander zerrieben und das Gemenge in eine Phiole mit etwas weitem Hals gebracht. Darauf ward dasselbe allmählig bis zur beginnenden Zersetzung des Cyanqueckfibers erhitzt, von der eine Verknisterung, das Erscheinen blauer

Joddämpfe und die Verdichtung der weissen Masse an der Mündung des Halses die Anzeigen geben. Nun entfernte ich die Phiole vom Feuer und brachte sie in geneigter Stellung mit ihrem Hals entweder unter eine auf Papier stehende und an einer Seite aufgehobene Glasglocke oder noch besser unter eine grosse Glastafel. Die zur Phiole sehr rasch hinaustretenden weissen Dämpfe verdichten sich alsdann an der Glastafel, in Form von wolligen und sehr leichten Flocken, und wenn keine Dämpfe mehr erscheinen, so erhitzt man die Phiole aufs Neue und wiederholt die eben genannte Operation. Man kann das Gemenge auch in einer Glasretorte erhitzen, die mit einer Vorlage versehen ist, allein die Herausschaffung des Produktes hat alsdann grössere Schwierigkeiten, und man ist weit länger seinen beschwerlich fallenden Ausdünstungen ausgesetzt. Hält man die Phiole, während die Stoffe auf einander wirken, in freier Luft, ohne den Hals derselben unter die Glocke oder Platte zu bringen, so wird die Atmosphäre des Arbeitsortes, augenblicklich mit einer grossen Menge wollartiger Flocken angefüllt, die eine Zeitlang noch freier in derselben herumfliegen wie das Zinkoxyd (*Lana philosophica (P.)*), welches sich bildet, wenn man an offner Luft das völlig geschmolzene Zink von einer gewissen Höhe herab ausgieft.

Bei Anwendung des Cyanquecksilbers und der Jode in dem angegebenen Verhältnisse, ist man zwar der Unbequemlichkeiten überhoben, die ein Ueberschuss von Jode herbeiführt, allein es bleibt dennoch unumgänglich, die Substanz einer nochmaligen Sublimation zu unterwerfen, um sie von einem stets ein-

gemengten Antheile Jodqueckfilber zu befreien. Diese Sublimation muß bei sehr mässigem Feuer betrieben werden, am besten bei der Wärme eines Wasserbares, wenn auch alsdann eine lange Zeit zu derselben erfordert wird. Zu diesem Ende schüttet man das unreine Cyanjod in eine etwas weite unten verschlossene Glasröhre, so daß es nur den Boden derselben einnimmt, taucht darauf den untern Theil der Röhre in siedendes Wasser, und erhält ihn durch irgend eine Vorrichtung so lange darin, bis nur das rothe Jodqueckfilber, welches sich bei dieser Temperatur nicht verflüchtigen kann, am Boden der Glasröhre zurückbleibt. Die Röhre muß außerhalb des Wasserbares ein wenig gebogen seyn, damit sich das verflüchtigte Cyanjod, an diesem Theile, welcher seiner Lage wegen der kältere ist, fest anlegen könne. Man überzeugt sich von der völligen Abwesenheit des Quecksilbers im Cyanjod, wenn man dieses zuerst mit einer concentrirten Aetzkalilösung und darauf mit einem Ueberschuss von Salpetersäure behandelt, da alsdann die geringste Menge von Quecksilber zu einem Niederschlag von rothem Jodquecksilber Anlaß giebt.

Da bei dem so eben angewandten Verfahren die Stoffe sich in unmittelbarer Berührung befanden, so konnte das augenblickliche Freiwerden des Cyangases auf das erhaltene Resultat von Einfluß gewesen seyn, und deshalb war es natürlich zu untersuchen, ob Jod-dämpfe mit dem für sich dargestellten Cyangase in Berührung gesetzt, die Bildung von Cyanjod veranlassen würde. Hiezu wurde Cyangas in einen mit Jod-dämpfen angefüllten Ballon geleitet. Nachdem sich durch das Erkalten des Ballons die dunklen violetten

Dämpfe niedergeschlagen hatten, fand sich an den Wänden eine gewisse Menge von den weissen Krystallen, gemischt mit etwas Jode und am Boden eine ziemlich beträchtliche Menge rothen Jodquecksilbers. Das Daseyn des letzteren zeigt nicht nur, daß wenn Cyanquecksilber durch die Wärme zersetzt wird, ein Theil desselben sich unzersetzt verflüchtigt, sondern auch, daß es von dem frei werdenden Cyangase mit fertgerissen wird, denn die Röhre, welche das Cyangas in den Ballon leitete, war so lang, daß die Temperatur mindestens auf $\frac{3}{4}$ Theil ihrer Länge (largeur) nicht erhöht ward. Die geringe Menge des Jodeyans zeigt auch, daß diese nur durch das verflüchtigte Cyanquecksilber entstanden ist, welches in dem Ballon durch die Joddämpfe zersetzt ward und daß folglich die Bildung des neuen Körpers nur in dem Augenblicke stattfindet, in welchem das Cyangas frei wird. Wenn man Cyanquecksilber und Jode zusammenreibt, so verräth sich die gegenseitige Reaction derselben durch den sehr stechenden Geruch, und dies zeigt, daß schon bei der gewöhnlichen Temperatur eine gewisse Menge des Cyanjods gebildet wird.

Das bei einer gelinden Wärme oder der gewöhnlichen Temperatur sublimirte Cyanjod ist sehr weiß und bietet sich in Form sehr langer und außerordentlich zarter Nadeln dar. Sein Geruch ist sehr stechend, greift die Augen stark an und reizt zu Thränen; sein Geschmack ist ätzend und sein spezifisches Gewicht grösser als das der Schwefelsäure, da es in dieser augenblicklich untersinkt. Bei einer Temperatur, die viel niedriger ist als die des siedenden Wassers, verflüchtigt es sich, unzersetzt. Auf glühende Kohlen

geworfen, stößt es reichlich violette Dämpfe aus. In Wasser und noch mehr in Alkohol ist es löslich und diese Lösungen, welche farblos sind und den Geruch und Geschmack des Cyanjods besitzen, röthen weder die Lackmustinktur, noch bräunen sie die Curcumatinktur. Das Cyanjod ist also weder Säure noch Alkali, noch zersetzt es für sich das Wasser; mit salpetersaurem Silber giebt es keinen Niederschlag. Die Analogie, welche das Chlor und Jod bei ihren Verbindungen mit andern Körpern so häufig zeigen, findet also hier nicht Statt, da das Chlorcyan bekanntlich die Eigenschaften einer Säure besitzt.

Durch concentrirte Aetzkalilauge wird das Cyanjod zersetzt und es bildet sich hydriodinaures und hydrocyanssaures Kali. Die Lösung giebt einen sehr schönen grünen Niederschlag wenn man anfangs schwefelsaures Eiseinoxidul und darauf etwas Salzsäure zusetzt. Die letztere Eigenschaft würde nach Hrn. Döbereiner auf Cyanäsure, also auf ein cyan-saures Salz deuten, allein ich habe erkannt, dass Jod die Ursache der Farbenintensität war. Es musste sich zwar gleichzeitig auch jodsaures Kali bilden, indess konnte ich dieses in dem Rückstand dieser Lösungen, welcher in Alkohol von 40° unlöslich war, nicht entdecken. Schüttet man Aetzkali in eine Lösung von Cyanjod, so bemerkt man im ersten Augenblick einen Geruch von Blausäure.

Salpetersäure scheint keine Einwirkung auf das Cyanjod zu haben, denn letzteres löst sich und die Säure bleibt ungesärbt. Concentrirtre Schwefelsäure greift es im ersten Augenblick ebenfalls nicht an, aber nach einiger Zeit färbt sich die Säure rosenroth und

nach und nach fällt Jode nieder. Durch Hydrochlor-säure wird es zersetzt, Hydrocyansäure gebildet und Jode niedergeschlagen.

Flüssige schweflige Säure hat unter allen Säuren die merkwürdigste Wirkung auf das Jodcyan, denn einige Tropfen derselben auf die Krystalle des letzteren geschüttet, machen augenblicklich Jode frei, und bei einem kleinen Ueberschuss dieser Säure wird die Lösung farblos; es bilden sich Schwefelsäure, Hydro-jod- und Hydrocyansäure, welche letztere sich schon durch ihren charakteristischen Geruch verräth und noch deutlicher nachgewiesen werden kann, wenn man den Glashafen, welcher die Mischung enthält, mit einem von Aetzkalilauge bespritzten Papiere bedeckt, da dieses sich blau färbt, wenn man erst einige Tropfen einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul und dann ein wenig Säure hinzusetzt. Jene Lösung giebt ebenfalls, nachdem sie zur Vertreibung der Hydrocyansäure und des Ueberschlusses von schwefliger Säure einige Zeit hindurch mässig erwärmt war, noch einen schönen grünen Niederschlag, wenn man folgweise Aetzkali, schwefelsaures Eisenoxydul und eisige Säure derselben hinzusetzt. Dies beweist, dass der grüne Niederschlag nicht von Cyansäure erzeugt wurde, denn die Bildung dieser Säure ist bei Gegenwart von schwefliger Säure nicht sehr wahrscheinlich.

Trocknes schwefligsaures Gas wirkt nicht auf das Cyanjod, sobald man aber einige Tropfen Wasser hinzutreten lässt, wird Jode abgeschieden.

Trocknes Chlor hat auch nach mehreren Tagen keine Wirkung auf das Cyanjod. Dieses verflüchtigt sich und kry stallisiert an den Wänden des Gefäßes.

Um das Verhältniss der Bestandtheile auszunützen, würden verschiedene Mengen des Cyanjods durch glühende Eisendrehspäne zerstetzt, das erhaltenen Jodeisen durch reines Kali zerlegt und aus dem Gewichte des erhaltenen Jodkaliums, nach dessen bekannter Zusammensetzung die Jode berechnet; nach einem Mittel aus 5 Versuchen belief sich deren Menge auf 0,8066 des angewandten Jodcyans.

Berechnet man dies nach Atomen, so kann man annehmen, dass 1 Gramm des Cyanjods besteht aus:

| | | |
|------|-------|--------|
| Jode | 0,828 | 1 Atom |
| Cyan | 0,172 | 1 Atom |

Obgleich die gefundene Menge der Jode stets etwas geringer war, als sie nach dieser Rechnung seyn müsste, so kann man doch nicht annehmen, dass die Verbindung aus 1 Atom Jod und 2 Atomen Cyan besteht, denn dieses würde geben:

| | | |
|------|--------|--------|
| Jode | 0,7062 | 1 Atom |
| Cyan | 0,2938 | 2 At. |

und ein Fehler so grofs als dies voransetzt; glaube ich, ist bei meinem Verfahren nicht begangen. Nachdem was mir Hr. Gay-Lussac mitgetheilt hat, würde die Anwendung von Kupferoxyd in diesem Falle zu einem genauen Resultate geführt haben, vor Allem, wenn wir erst in Besitz des sinnreichen Apparates sind, welchen derselbe erdacht hat, um alle bei dieser Art von Versuchen stattfindende Ungewissheit zu entfernen.

Das Cyanjod muss seinen Bestandtheilen nach eine ausgezeichnete Wirkung auf die thierische Ge-

konomie ausüben und die Heilkunde wahrscheinlich irgend eine Anwendung von demselben machen können. Es scheint indes nicht so gefährlich zu seyn, als man es der Natur seiner Elemente nach voraussetzen könnte. Ich habe es oft gekostet, gleichwie mehrere Personen des Laboratoriums, welche mit mir, während seiner Bereitung, dem Einathmen desselben in ziemlich grossen Quantitäten ausgesetzt waren. Wir spürten indes nur eine Kraftlosigkeit und litten an einen heftigen Reiz in den Augen, welcher aber nach kurzer Zeit vorüberging.

METEOROLOGISCHES TAGEBUCH D
FÜR DEN MONAT NOVEMBER 1824; GEFÜHRT

| Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. | Therm., Haar, Raum., Hygr. | | | Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. | Therm., Haar, Raum., Hygr. | | | Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Baromtr. bei +10° R. | Therm., Haar, Raum., Hygr. | | | |
|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|--------|-------------|---------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|--------|---------------------|--------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-----|--|--|
| | | frei im Schatten | bei +10° | R. | | | | | frei im Schatten | bei +10° | R. | frei im Schatten | | | | bei +10° | R. | | |
| Tg St. | pariser | | | | | | Tg St. | pariser | | | | | | | Tg St. | pariser | | | |
| 8 | 3 28. 80 | + 5. 5. 9 | 77. 0 | SW. 5 | verm. f. Rg | | 8 | 3 26. "11 | + 4. 0. 5 | 80. 0 | mo. 1 | verm | | 8 | 5 4. "53 | + 5. 0. 7 | 70. | | |
| 14 | 28. 44 | 5. 9. 2. | 4 | SW. 3 | verm | | 14 | 3 26. 9 | 8. 7. 75. | 3 | mo. 1 | trüb | | 14 | 54. 89 | 5. 5. 64. | | | |
| 9 | 26. 17 | 6. 9. 60. | 7 | SW. 3 | schön | | 9 | 3 23. 9 | 9. | 3 | mo. 1 | verm | | 17 | 2 54. 95 | 6. 1. 57. | | | |
| 6 | 25. 28 | 3. 9. 78. | 5 | W. 3 | trüb Rg | | 6 | 3 24. 14 | 8. 6. 75. | 3 | mo. 1 | trüb | | 6 | 34. 75 | 5. 5. 65. | | | |
| 10 | 28. 61 | 3. 7. 88. | 3 | SW. 3 | trüb Rg | Regen | 10 | 3 24. 47 | 6. 5. 89. | 3 | mo. 1 | trüb Rg | | 10 | 54. 38 | 5. 3. 55. | | | |
| 8 | 30. 96 | + 5. 5. 75. | 0 | NW. 4 | trüb | | 8 | 55. 75 | + 5. 7. 77. | 1 | nw. 1 | verm | | 8 | 55. "53 | + 5. 0. 7 | 70. | | |
| 14 | 29. 03 | 5. 5. 69. | 2 | N. 1. | verm | | 14 | 3 24. 74 | 7. 0. 75. | 1 | nw. 1 | trüb | | 14 | 55. 40 | 8. 0. 60. | | | |
| 9 | 31. 90 | 6. 5. 64. | 5 | nww. 4 | trüb | | 10 | 3 24. 42 | 7. 0. 77. | 9 | nw. 4 | trüb | | 18 | 2 55. 08 | 9. 5. 57. | | | |
| 6 | 31. 63 | 4. 8. 79. | 4 | S. 3 | trüb | | 6 | 35. 29 | 6. 4. 88. | 8 | SW. 4 | trüb hst Rg | | 6 | 34. 89 | 8. 5. 60. | | | |
| 10 | 29. 55 | 4. 7. 86. | 1 | soo. 3 | trüb Rg | Regen | 10 | 3 24. 41 | 7. 0. 85. | 1 | nw. 4 | trüb | | 10 | 55. 75 | 9. 1. 60. | | | |
| 8 | 29. 44 | + 6. 0. 67. | 7 | wsw. 5 | sch Mgrth | | 8 | 54. 16 | + 5. 5. 79. | 9 | nw. 3 | trüb Rg | | 8 | 55. 68 | + 4. 8. 85. | | | |
| 14 | 30. 15 | 8. 0. 63. | 2 | SW. 4 | schön | | 14 | 3 24. 97 | 8. 5. 75. | 5 | W. 3 | trüb | | 14 | 54. 47 | 4. 8. 85. | | | |
| 9 | 30. 19 | 7. 7. 69. | 7 | SW. 4 | schön | | 9 | 35. 19 | 8. 5. 76. | 5 | nw. 3 | trüb | | 19 | 2 54. 51 | 5. 0. 85. | | | |
| 6 | 31. 05 | 4. 8. 75. | 4 | nww. 3 | sch Abrh | | 6 | 34. 68 | 6. 7. 91. | 6 | nw. 3 | trüb Rg | | 6 | 34. 51 | 5. 3. 84. | | | |
| 10 | 31. 03 | 3. 4. 79. | 7 | SW. 3 | trüb | Regen | 10 | 3 24. 57 | 6. 9. 93. | 6 | SW. 3 | trüb | | 10 | 55. 59 | 5. 7. 84. | | | |
| 8 | 29. 53 | + 5. 0. 97. | 0 | NW. 4 | trüb Rg | Regen | 8 | 54. 70 | + 6. 0. 90. | 6 | nww. 3 | trüb Rg | | 8 | 55. 01 | + 5. 0. 7 | 84. | | |
| 14 | 29. 51 | 5. 0. 70. | 9 | SW. 3 | trüb | | 14 | 3 24. 58 | 7. 0. 79. | 4 | NW. 3 | verm | | 14 | 54. 36 | 9. 4. 84. | | | |
| 9 | 29. 31 | 5. 0. 69. | 9 | W. 4 | verm | | 9 | 34. 50 | 7. 5. 85. | 6 | NW. 3 | verm | | 20 | 2 54. 31 | 5. 0. 86. | | | |
| 6 | 30. 59 | 5. 1. 78. | 3 | SW. 3 | sch Abrh | | 6 | 34. 90 | 5. 6. 76. | 0 | NW. 3 | trüb Rg | | 6 | 34. 16 | 8. 5. 90. | | | |
| 10 | 31. 13 | 5. 1. 77. | 2 | SW. 4 | trüb | | 10 | 3 24. 09 | 4. 1. 78. | 0 | W. 3 | trüb | | 10 | 54. 25 | 8. 5. 91. | | | |
| 8 | 30. 83 | + 1. 5. 72. | 9 | SW. 3 | sch Mgrth | | 8 | 55. 07 | + 5. 7. 69. | 8 | SW. 3 | sch Mgrth | | 8 | 53. 16 | + 7. 5. 87. | 0 | | |
| 14 | 30. 46 | 4. 7. 72. | 3 | SW. 4 | trüb Rg | | 14 | 3 24. 58 | 5. 5. 65. | 5 | SW. 4 | schön | | 14 | 53. 90 | 8. 6. 79. | 9 | | |
| 9 | 30. 22 | 4. 1. 64. | 6 | SW. 3 | schön | | 9 | 35. 17 | 6. 0. 60. | 1 | SW. 3 | trüb | | 21 | 2 54. 45 | 10. 0. 84. | 7 | | |
| 6 | 30. 31 | 3. 5. 66. | 1 | SW. 3 | trüb | | 6 | 34. 48 | 4. 9. 68. | 7 | nww. 4 | trüb Sturm | | 6 | 34. 96 | 8. 4. 89. | 6 | | |
| 10 | 30. 50 | 3. 7. 75. | 2 | SW. 4 | heite | | 10 | 3 24. 36 | 5. 9. 74. | 9 | SW. 4 | trüb Sturm | | 10 | 54. 57 | 8. 5. 90. | 0 | | |
| 8 | 34. 69 | + 3. 0. 95. | 0 | nww. 3 | sch Mgrth | | 8 | 54. 10 | + 8. 1. 85. | 8 | SW. 4 | Sturm | | 8 | 51. 44 | + 6. 8. 87. | 7 | | |
| 14 | 33. 59 | 4. 0. 68. | 3 | nww. 3 | trüb Rg | | 14 | 3 26. 79 | 9. 9. 87. | 6 | SW. 4 | tr. Rg | | 14 | 51. 29 | 8. 6. 90. | 1 | | |
| 9 | 34. 03 | 4. 7. 68. | 4 | W. 3 | trüb | | 14 | 3 26. 88 | 9. 9. 89. | 9 | SW. 4 | trüb | | 21 | 2 54. 27 | 9. 0. 89. | 1 | | |
| 6 | 34. 86 | 3. 7. 78. | 4 | nww. 3 | sch Abrh | | 6 | 36. 86 | 7. 3. 82. | 4 | W. 3 | trüb Rg | | 6 | 34. 27 | 7. 7. 94. | 6 | | |
| 10 | 33. 87 | 3. 5. 71. | 3 | W. 4 | heite | | 10 | 3 26. 75 | 6. 9. 75. | 0 | W. 4 | trüb | | 10 | 51. 18 | 6. 9. 89. | 2 | | |
| 8 | 36. 91 | + 1. 7. 75. | 9 | SW. 3 | sch Mgrth | Nebel | 8 | 54. 13 | + 1. 9. 75. | 4 | W. 4 | trüb Rg | | 8 | 51. 44 | + 6. 8. 87. | 7 | | |
| 14 | 37. 08 | 6. 9. 65. | 7 | SW. 3 | trüb | | 14 | 3 29. 46 | 6. 6. 51. | 7 | nww. 3 | trüb | | 14 | 51. 29 | 8. 6. 90. | 1 | | |
| 9 | 36. 88 | 4. 9. 65. | 5 | SW. 3 | trüb | | 15 | 3 29. 80 | 6. 5. 64. | 6 | nww. 3 | schön | | 15 | 2 57. 86 | 8. 7. 88. | 3 | | |
| 6 | 36. 60 | 3. 9. 69. | 8 | SW. 3 | trüb | | 6 | 30. 16 | 5. 5. 68. | 4 | nww. 3 | heite | | 25 | 2 57. 87 | 7. 9. 83. | 5 | | |
| 10 | 36. 45 | 3. 5. 77. | 9 | SW. 3 | trüb Rg | weng Rg | 10 | 3 29. 65 | 5. 6. 60. | 8 | nww. 3 | heite | | 25 | 2 57. 40 | 7. 3. 84. | 4 | | |
| 8 | 36. 11 | + 5. 4. 86. | 6 | 1 | trüb | | 8 | 55. 98 | + 3. 2. 76. | 0 | nww. 3 | trüb Rg Mgr | | 10 | 57. 33 | 6. 0. 89. | 8 | | |
| 14 | 35. 87 | 8. 5. 77. | 0 | SW. 3 | trüb | | 14 | 3 26. 05 | 3. 8. 65. | 8 | nww. 3 | verm | | 14 | 56. 73 | 6. 9. 75. | 1 | | |
| 9 | 35. 61 | 9. 3. 75. | 6 | nww. 3 | trüb | | 15 | 3 26. 9 | 4. 0. 59. | 5 | W. 3 | verm | | 14 | 57. 04 | 7. 1. 69. | 2 | | |
| 6 | 35. 03 | 7. 3. 85. | 1 | nww. 3 | trüb | | 6 | 37. 01 | 3. 9. 76. | 2 | nww. 3 | trüb | | 6 | 57. 15 | 5. 5. 79. | 9 | | |
| 10 | 34. 80 | 5. 1. 88. | 7 | nww. 3 | trüb | | 10 | 3 26. 23 | 3. 5. 76. | 0 | nww. 3 | trüb | | 10 | 57. 45 | 5. 0. 81. | 6 | | |

ANNALES DER STERNWARTE ZU HALLE.

FÜHRT VOM OBSERVATOR DR. WINGLER

B E M E R K U

s b e r e d i e

Vom 4 bis 8 November. Am 1. viel Cirr. Str. und heitere Stellen, wenig Reg. aus ziehendem Nimbus. Mittags zu den Cirr. Str. in W u. O geringe Cum., Nachmittags mehr heitere Stellen, Abds und später gleiche Decke und von 6 ab Reg. Heute sieht der Mond in seiner Erdferne. Am 2. dünne weiße Decke löset gegen Mittag sich in grosse Cirr. Str. auf, oben heit. Grund und unten Cum., Nachmittags wolk. Decke, später gleichf. und von 9 ab Reg. Am 3. Nichts stark Reg., früh auf heit. Grunde rings lockre, zerstreute Cirr. Str., Mittags Neigung zu Cum., Nachmittags in S diese hoch und schön, sonst grosse Massen Cirr. Str. und Spät-Abds gleiche graue Decke; N doch heitr. Am 4. Nichts stark, früh bis 9 bei gleicher Decke, gel. Reg., Mittags wolkig bed., Nachmittags im Zenith offen, S grosse Cum., W heiter, sonst Cirr. Str. Abds außer einer Gruppe Cirr. Str. oben in SO, sehr heiter und Spät-Abds gleiche weiße Decke. Am 5. früh und Nachmittags oben heiter, rings hoch Cirr. Str., Mittags u. Abds wolk. Decke und Spät-Abds heitr. Am 6. Morg. wie gestern, bald und bis gegen Abds, herrscht wolk. Bed., um 1 wenig Reg., Abds in O Cirr. Str. Wand sonst, später ganz, heiter. Am 7 u. 8. wolk., bald gleiche, bald oben wenig gebrochene Decke. Am 7. gegen 4 Abds wenig Reg., folgende Nacht stärker. Am 8., 8 U. 35° Abds, zeigt sich der Mond im vollen Lichte.

Vom 9 bis 14. Am 9. Morg. im Zenith feine Cirr. Cum., sonst viel, unten dichte, Cirr. Str., Mittags u. Spät-Abds gleiche, Nachmittags wolk. Decke; von 9 Abds ab Regen. Am 10. Cirr. Str. wechseln früh mit Continuum, oben heitere Stellen, unten gegen Mittag gleiche bisweilen wolk. Decke, von 5 bis Nichts heftig Reg. Am 11. wolkige Decke die Tags gleichf., ist früh in NW gebrochen, oben sieht Cirrus, in N am Horiz. grosse Cum. Von 6 ab Reg. Am 12. Nichts heftig Reg. bis früh 10 gel.; Tags will wolk. Decke brechen; von Abds ab aber, ist sie wieder gleich; gegen 8 stark Reg. Am 13. früh rings und hoch, Cirr. Str. oben einige kleine auf heit. Grunde, Mittags in SW noch Cum. dazu; bald bildet sich indes wolk. Decke die Spät-Abds gleichf. ist. Am 14. gleiche starke Decke; Vormittags fein und von 5 bis nach 5 heftig, Reg. Morg. 1 U. 11^h hatte das letzte Mond-Viertel statt und zugleich sieht heute der Mond in seiner Erd-Nähe.

Vom 15 bis 20. Am 15. Nichts stark Reg., Morg. starke wolk. Decke, N unten offen, Mittags rings Cum. oben einige geringe Cirr. Str. auf heit. Grunde, Abds heiter und

ERKUNGEN

Witterung.

Spt-Abds wolkig bed. Am 16. Nachts Reg., früh wolk. Bed. und ziehender Nimbus, einz. Regtrpf., Tags über bleibt die Decke und Spt-Abds ist sie gleichf. doch dünn, einz. Sterne matt hindurch. Am 17. wolk. Bed. die nur Nchmittags in N ist Cirr. Str. auf heit. Grunde aufgelöst. Am 18. Cirr. Str., die früh bisweil, offene Stellen ließen, formiren bald wolk. Bed. Am 19. Morg. wolk., Tags u. Abds gleichbed.; Reg. früh in einz. Tropf., Mittags Sprühreg. und dann gelinde bis Nachts. Am 20. bei wolk. Bed. bis 11 gering. Reg. Um 8 U. 55' heute Abd, trat der Neu-Mond ein.

Vom 21 bis 28. Am 21 u. 22. wolk. und gleichf. Decke wechseln; den 21. Abds und später etws Reg., den 22. Vormittg. bis gegen 5 fein, von 5—7 stärker, Reg. Am 23. wolk. Decke ist Morg. u. Spt-Abds nur, in SO etws gebrochen. Am 24. gleiche graue Decke; früh stark Nebl und dann der Horiz, hic u. d. etws licht. Am 25. Nachts stark, Morg. Sprühreg.; Tags wolk., von Abds ab gleiche Decke, von 4 bis 7 und um 10, wenig Reg. Am 26. düstere wolk. Bed., nach Mittg einz. Rgrpf. früh der S-Horiz. etws licht. Am 27. Nachts stark Reg., auch früh von 8—9 bei gleicher Decke; wolk. Decke bleibt herrschend und ist nur Abds in SW etws gebrochen. Am 28. früh oben heiter, unten belegt, stark Reif u. Nachts Eis 2^{mm} stark. Mittags oben Cirr. Spur; Nchmittgs gleiche Decke, Abds Cirrus-Schleier mit offnen Stellen und W heit; Spt-Abds wieder wolk. bed. Um 3 U. 48' Abds heute, da erste Mond-Viertel. Zum andern Mal in diesem Monat, sichtet der Mond in ferner Erdferne.

Den 29 u. 30. Am 29. Cirr. Str. bed, häufig unten meist dicht, schon Vormittg bildet sich wolk. Bed. die fortbefiebt; Abds stark Nebl. Am 30. früh N u. W große offne Stellen, sonst wolk. bedeckt, Tags weniger Cirr. Str., Nchmittgs oben heiter, etwa Cirrus, der Horiz. bel. und in N u. S kl. Cum. darüber; von Abds ab gleiche Decke

Charakteristik des Monats: trübe, nass, sehr gelinde, eher warm zu nennen; heftige Stürme aus SW bringen schuelle Bewegung des Barometers und tiefes Sinken derselben. Nur einmal fior Eis, nur 2 Linien dick.

J

E
u
fr
ic
de
zu
wa
m
ei
ge
im
W
ga
ab
Ka
Ke

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZWÖLFTES STÜCK

I.

Ueber das Wolfram.

Von

F. WÖHLER, M. Dr.

Ehe ich zur Beschreibung einiger früher noch nicht untersuchten Verbindungen und Verhältnisse des Wolframs komme, will ich die Methoden angeben, deren ich mich bediente, um die Wolframsäure aus dem in der Natur vorkommenden sogenannten Wolfram abzuscheiden, da man sie vielleicht noch nicht angewandt hat. — 1 Theil seines Wolframpulver wurde mit 2 Theilen geschmolzenem salzsauren Kalke in einem hessischen Tiegel etwa eine halbe Stunde lang geschmolzen. Die ausgegossene erstarnte Masse sieht im Bruche aus wie salzsaurer Kalk. Sie wurde mit Wasser ausgekocht, welches salzsaurer Eisen - Mangan- und Kalksalz ansieht. Man gießt die Auflösung ab, und kocht den zurückbleibenden wolframsauren Kalk mit concentrirter Salzsäure. Nachdem man das Kochen hinreichend lange fortgesetzt hat, gießt man

die Flüssigkeit ab, worauf schön gelbe VWolframsäure zurückbleibt, die man sogleich mit Ammoniak digerirt. Man verdampft die Auflösung und glüht das Salmiak haltende wolframsaure Ammoniak, um die Säure daraus zu erhalten.

Da ich bemerkte, daß eine Auflösung von wolframsaurem Kali durch Kochen mit Salmiak eine grosse Menge wolframsauren Ammoniaks fallen ließ, so versuchte ich auch auf diese Art die Wolframsäure durch eine einfache Operation aus dem VWolfram zu erhalten. Es wurden 1 Theil Wolframpulver mit 2 Theilen kohlensaurem Kali geschmolzen, das Kalifatz mit Wasser ausgezogen, und die Auflösung mit Salmiak gekocht. Das wolframsaure Ammoniak fiel natürlich nicht eher nieder, als bis alles freye Alkali mit Salzsäure vom Salmiak gefästigt war. Das niedergefallne schwere Ammoniakfatz war sehr weiss, und in kleinen glänzenden Blättchen krystallisirt.

Es wurde mit Salmiakauflösung ausgewaschen, da es darin so gut wie unauflösslich ist, wenn es sich einmal abgeschieden hat, und dann getrocknet und gegläüt. Ich fand indess dass die daraus erhaltene Säure noch etwas fixes Alkali hielt. Diese Methode scheint daher nur mit folgender Abänderung zur Erhaltung einer reinen Säure anwendbar zu seyn. Die Auflösung nämlich, welche nach Abscheidung des Ammoniakfatzes übrig blieb, und außer salzaurem Kali und dem im Ueberschusse zugesetzten Salmiak noch aufgelöstes wolframsaures Ammoniak enthielt, wurde, um dieses nicht zu verlieren, abgedampft, und die Salzmasse so lange geschmolzen, bis aller Salmiak verdampft war. Durch Auflösen des salzfau-

ren Kalis hoffte ich nun Wolframsäure abscheiden zu können, aber statt dessen blieb eine große Quantität eines schwarzen schweren Pulvers zurück. Nachdem es ausgewaschen und getrocknet war, fand es sich, wie ich unten näher anführen will, daß es reines Wolframoxyd war, das sich beym Erhitzen an der Luft entzündete und zu reiner Säure verbrannte. — Ich glaube daher daß man zur Bereitung reiner Wolframsäure am besten so verfährt: man schmilzt das Wolframpulver mit kohlensaurem Kali, vermischt die Auflösung des wolframsauren Kalis mit hinlänglich viel Salmiak, dampft ab, und schmilzt die Salzmasse in einem hessischen Tiegel bis aller Salmiak zersetzt oder verdampft ist, zieht die geschmolzene Masse mit Wasser aus, kocht das zurückbleibende Wolframoxyd mit verdünnter Lauge von kaustischem Kali, um einen kleinen Anteil von beygemengtem schwerlöslichen sauren wolframsauren Kali wegzu nehmen, und wäscht endlich mit reinem Wasser aus. Das getrocknete Wolframoxyd bewahrt man als solches oder verbrennt es zu Säure. —

W o l f r a m o x y d.

Dieses Oxyd ist bekanntlich von Hrn. Berzelius entdeckt worden. Er erhielt es durch Glühen der Säure in Wasserstoffgas. Diese wird dabey erst vollkommen dunkelblau, welche Farbe nach und nach in dunkelbraun übergeht. Als ich solche krystallinische Wolframsäure gebrauchte, wie sie nach dem Glühen von krystallisiertem wolframsauren Ammoniak zurückbleibt, erhielt ich ein krystallinisches halb metallglänzendes Oxyd, das mit dem Polirstahl gerieben

einen dunkelkupferrothen Strich gab. Aber von vollkommenem Metallglanze und schöner kupferrother Farbe kann man es dadurch erhalten, daß man ein Gemenge von Wolframsäure und Zinkseile mit verdünnter Salzsäure übergießt, und so oft beyde letztere ernent, bis alle Wolframsäure in kupferrothe metallische Blättchen verwandelt ist. So wie die Wasserstoffgasentwickelung angefangen hat, wird die Wolframsäure blau, welche Farbe immer tiefer, zuletzt schwarz wird, und dann in violet und kupferroth übergeht. Das so gebildete Oxyd kann nur unter Wasser aufbewahrt werden, da es so schnell den Sauerstoff anzieht, daß es an der Luft sogleich blau zu werden anfängt, und sich endlich ganz in gelbe Wolframsäure verwandelt. — Wenn man diese äusseren Charactere des Wolframoxyds mit denen des kohlschwarzen Pulvers vergleicht, was man durch Schmelzen von wolframsaurem Kali mit Salmiak erhält, und von dem ich anführte, daß es Wolframoxyd sey, so wird man wegen der Unähnlichkeit beider vielmehr vermutthen, daß der schwarze Körper nicht Wolframoxyd sondern metallisches Wolfram sey, um so mehr, wenn ich noch hinzufüge, daß er durch den Polirstahl weissen Metallglanz, aber von sehr dunkler Nüancirung, annimmt. Dass er indes wirklich nichts anders als Oxyd sey, zeigt die Gewichtszunahme, die bei seiner Verbrennung entsteht. An der Luft erhitzt fängt er weit vorm Glühen Fener, und 100 Theile nehmen dabei nach mehreren Versuchen immer sehr nahe an 8 Theile Sauerstoff auf, also gerade soviel als das Oxyd. Wäre es metallisches Wolfram, so müßten 100 Theile beinalie 25 Theile aufnehmen, um Säure zu werden. —

Es ist indess merkwürdig, daß eine und dieselbe Verbindung unter so verschiedenen äusseren Characteren erscheinen kann; die Beispiele davon sind aber gar nicht so selten, man erinnere sich nur der in der Natur vorkommenden, so sehr verschiedenen Gestalten des reinen Eisenoxyds. — Ich will noch bemerken, daß sich das braune Wolframoxyd auch sehr leicht durch Rothglühen von Wolframäure mit weniger, feinzertheilter Kohle in einem bedeckten Tiegel darstellen lasse.

Wenn der Wolframäure einmal fixes Alkali beigemischt ist, so hält es schwer dasselbe ohne grosse Umwege davon zu trennen, und da sie durch einen geringen Gehalt davon wenig ihr Aeußeres verändert, so kann man leicht verleitet werden, solche unreine Säure statt reiner zu Versuchen anzuwenden. Anfangs, wenn ich versuchte durch Wasserstoffgas das braune Oxyd zu bereiten, geschah es mir immer, daß ich dasselbe gar nicht, sondern statt dessen ganz leicht und weit unter der Schmelzhitze des Glases metallisches Wolfram erhielt. Ich fand aber bald, daß denselben immer wolframsaures Alkali beigemengt war, was sich durch Wasser ausziehen ließ, und als ich zu dem Versuche eine Säure anwandte, die in Folge ihrer Bereitungsart kein Alkali halten konnte, so ging die Reduction nie weiter als bis zum braunen Oxyd. Man kann sich übrigens auf die angegebene Art ganz leicht Wolframmetall machen, man muß es aber, um es rein zu erhalten, mit etwas Kalilauge auskochen, damit das ihm beigemengte Alkalifalz weggemommen werde. Es stellt dann ein ziemlich weisses, schweres metallisches Pulver dar, das sich beim Erhitzen an

der Luft leicht entzündet, und zu VVolframsäure verbrennt, wobei 100 Theile um beinahe 25 an Gewicht zunehmen. — Es geht also hieraus hervor, daß ein geringer Gehalt an fixem Alkali auf eine unbekannte Art dazu beiträgt, daß VVolframsäure durch Glühen in Wasserstoffgas nicht zu Oxyd, sondern sehr leicht zu Metall reducirt werde. Man erinnert sich hierbei, daß sich auch vorm Löthrohr die VVolframsäure mit Natron sehr leicht zu Metall reduciren läßt.

Ich will nun eine eigenthümliche Verbindung des Wolframoxyds mit Natron beschreiben, die eigentlich die Veranlassung zur Mittheilung dieser Notizen ist. — Wenn man neutrales wolframsaures Natron in Wasserstoffgas schmilzt und glüht, so wird es gar nicht verändert, wie lange man auch den Versuch forsetzen mag. Glüht man aber saures wolframsaures Natron in einem Strome von getrocknetem Wasserstoffgase, so wird die Salzmasse auf ihrer Oberfläche bald kupferrot, und dies pflanzt sich allmählig durch die ganze Masse durch. Beim Erkalten geht diese metallische kupferrote Farbe in eine goldgelbe über, und bringt man nun die Masse in Wasser, so zieht dieses neutrale wolframsaures Natron aus, und hinterläßt ein schweres krySTALLinisches Pulver von goldgelber Farbe und vollem Metallglanze. Man stellt den Versuch am besten in einem Stücke einer Glasröhre an, die in der Mitte zur Kugel ausgeblasen ist, und erhitzt darin das Salz bis zum schwachen Glühen so lange in dem darüber streichenden, durch salzauren Kalk getrockneten, Wasserstoffgase, bis kein Wasser mehr gebildet wird. Man kocht dann die Masse mit Wasser aus, digerirt das zurückbleibende Pulver mit

concentrirter Salzsäure, da ihm noch saures schwerlösliches Salz innig anhängt, und kocht es zuletzt, wenn man die saure Flüssigkeit abgegossen hat, mit kaustischem Alkali, um die abgeschiedene VVolframsäure aufzulösen, worauf man mit reinem VVasser anschwässt, und trocknet. Das saure wolframsaure Natron bereitet man sich dazu am besten auf die VWeise, dass man in schmelzendes neutrales Salz so lange VVolframsäure einträgt, bis die letzten Portionen nicht mehr aufgelöst werden, wozu sehr viel nöthig ist. Man hat dabei den Vortheil, dass man geglühte Säure dazu anwenden kann, die in wässrigem Salze sehr schwer löslich ist. Das geschmolzene saure Salz hat grosse Neigung beim Erstarren auf der Oberfläche wie Schwefel in langen Nadeln zu krystallisiren.

Die erhaltene VVolframoxyd - Verbindung ist in regelmässigen Cuben krystallisiert, die um so grösser und um so leichter mit bloßen Augen zu erkennen sind, je langsamer man die Operation hat gehen lassen. Oft findet man in der reducirten Salzmasse Blasenräume, die mit Salz angefüllt waren, deren VWände man aber mit den brillantesten kleinen Cuben besetzt findet, so wie die Salzmasse durch VVasser weggenommen wird. Diese Verbindung hat vollkommenen Metallglanz, selbst wenn sie mit dem Polirstahle auf Papier gerieben wird; ihre Farbe ist kaum von der des Goldes zu unterscheiden, und wenn man ein aus grösseren Krystillchen bestehendes Pulver im Sonnenlichte betrachtet, so ist es von einem Glanze und einer Schönheit, wie man wenige andere Präparate sehen wird. Als feineres Pulver in VVasser aufgerührt und gegen das Sonnenlicht gehalten, ist sie, wie das Gold, mit grü-

ner Farbe durchscheinend. Sie wird von keiner Säure angegriffen, selbst nicht, wenn man sie lange mit dem stärksten Königswasser kocht. Nur concentrirte Flüssäure zersetzt sie und löst sie auf. Von den concentrirten Auflösungen der kaustischen Alkalien wird sie nicht verändert. Aber an der Luft auf einem Platinbleche erhitzt, läuft sie stahlblau auf, geht eine Art von Schmelzung ein, und es bildet sich nach und nach rings um die Probe eine wasserhelle geschmolzene Masse, die beim Erkalten zum weissen Email erstarrt, das sich in Wasser, wiewohl nur sehr schwierig auflöst, und das dann durch Zusatz von Säuren stark getrübt wird. Nie verwandelt sich aber die ganze Masse der angewandten Probe in diese Substanz, sondern in der Mitte bleibt immer ein Kern unveränderter Verbindung zurück. Selbst in Sauerstoffgas geht diese Veränderung nicht vollständiger vor sich, obgleich sie mit einer schwachen Feuererscheinung verbunden ist, sondern auch hier bildet die entstehende schmelzbare Substanz einen Ueberzug, der die Einwirkung des Gases auf die innern Theile verhindert. Im luftleeren Raume lässt sich die Verbindung ohne Schmelzung und Veränderung glühen. Man sieht aus diesem Verhalten leicht ein, dass diese schmelzbare Substanz hier nichts anders als wolframsaures Natron seyn kann.

Da die kräftigsten Reagentien ohne Wirkung auf diese Verbindung sind, so war ich anfangs in Verlegenheit auf welche Art ich ihre Zusammensetzung bestimmen sollte. Dass sie Natrium und Wolfram hielt, war ausgemacht, ob aber ohne oder mit Sauerstoff schien nicht so leicht zu entscheiden zu seyn. Sie für

eine Legirung von Natrium mit Wolfram zu halten; dagegen sprach ihre Unzersetzbarkeit durch Königswasser, und sie wiederum als eine oxydirte Verbindung zu betrachten, damit stimmte ihr vollkommener Metallglanz sehr wenig überein.

Ich fand dann, daß sich diese Verbindung durch Chlorgas zersetzen lasse, aber auch nur, wenn man sie darin bis zum Glühen erhitzt hat; es wäre auch sonst kein Grund vorhanden, warum sie in Königswasser nicht zersetzt werden sollte. Im Chlorgase erhitzt, tritt eine schwache Verglimmung ein, es sublimirt ziemlich viel Chlorwolfram, von dem unten die Rede seyn soll, und es bleibt eine lanchgrüne Masse zurück, aus der man mit Wasser Chlornatrium aussiehen kann, das durch Verdampfen der Auflösung in Würfeln krystallisiert. Das rückständige grüne Pulver ist ein Gemenge von Wolframsäure und etwas Wolframoxyd. Aber die Wolframsäure beträgt bei weitem mehr als das Chlorwolfram und Wolframoxyd. Aus diesem Verhalten schien also hervorzugehen, daß es eine Sauerstoff haltende Verbindung ist, deren vorher anders vertheilter Sauerstoff durch die Vereinigung des Chlors mit dem Natrium und einem Theile Wolfram an das übrige Wolfram trat, um Säure zu bilden. Ich erhielt genau dasselbe Resultat, als ich vollkommen trocknes Chlorgas anwandte, und Sorge trug, daß vor dem Erhitzen der Verbindung im Gase alle atmosphärische Luft ausgetrieben war, so daß die Entstehung der Wolframsäure weder von Sauerstoff des Wassers, noch der atmosphärischen Luft abzuleiten war.

0,875 Grm. der Verbindung in Chlorgas erhitzt,

lieferten 0,157 Grm. Chlornatrium = 0,089 Natron, also = 10,6 Theile in 100 der Verbindung. — In einem andern Versuche gaben 0,732 Grm. der Verbindung 0,122 Grm. Kochsalz, welches nur 8,88 pr. Cent. Natron entspricht. Beim Auflösen der entstandnen **WWolframsäure** in Kali blieb indefs ein violettes Pulver zurück, das wie unzersetzte, nur angelauene Verbindung ausfah, von welcher unvollständigen Zersetzung die Ursache vielleicht der halbgeschmolzene Zustand des Kochsalzes ist, das die weitere Einwirkung des Gases verhindert. — Ich versuchte daher die Analyse auf eine andere Manier, nämlich durch Schwefel, wodurch die Verbindung vollständig in Schwefelmetall zerstetzt wird. 0,487 Grm. derselben wurden in einem kleinen bedeckten Porzellantiegel mit reinem Schwefel so lange gebrüht, bis aller überschüssige Schwefel verjagt war. Die entstandene Masse sah wie Schwefelwolfram aus, und wog 0,55. Weder von WWasser noch Salzsäure wurde Schwefelnatrium daraus aufgelöst. Sie wurde daher so lange mit Königswasser digerirt, bis sie wie reine **WWolframsäure** ausfah, die Flüssigkeit dann verdampft und die Masse gebrüht, wobei Schwefelsäure wegging. Die **WWolframsäure** wurde dann aufs Filter gebracht, das schwefelsaure Natron ausgewaschen, und zwar mit WWasser, das durch etwas Salzsäure saner gemacht war, da die **WWolframsäure** darin weniger als in reinem WWasser auflöslich ist. Nach dem Trocknen und Glühen wog sie 0,450 Grm. Diese Menge entspricht 86,2 Theilen **WWolframoxyd** in 100 Th. der Verbindung, der Rest ist also die Menge des Natrons = 13,8 Theile. Hieraus scheint hervorzugehen, daß diese Verbindung besteht aus:

| | Atome | | Versuch |
|-------------|-------|---------|---------|
| Wolframoxyd | — 4 — | 87,81 | — 86,2 |
| Natron | — 1 — | 12,19 | — 13,8 |
| | | 100,00. | 100,0. |

Man findet leicht, dass der Sauerstoff des Natrons nicht halb so viel beträgt als nöthig wäre um das Wolframoxyd in Säure zu verwandeln, deshalb muss hierzu ein Theil des Sauerstoffs vom Wolframoxyde selbst bei der Einwirkung des Chlors verwandt, also ein entsprechender Anteil Wolfram frei werden, der sich, wie man auch gesehen hat, mit Chlor verbindet. Aus diesen Gründen ist es auch klar, dass die Verbindung das Wolfram nur als Oxyd enthalten kann.

Ich versuchte dieses Wolframoxyd-Natron direct hervorzubringen, und erhitzte Wolframoxyd mit wasserfreiem kohlenauren Natron, ohne Zutritt der Luft. Beim Auflösen der Masse in Wasser blieb ein schwarzes Pulver zurück, das sich wie metallisches Wolfram verhielt, und das Natron enthielt viel Wolframsäure.

Endlich versuchte ich auch eine dem Wolframoxyd-Natron analoge Kali-Verbindung hervorzubringen, und glühte saures wolframsaures Kali in Wasserstoffgas. Die Masse wurde bald grau metallisch, und hinterliess beim Auflösen in Wasser eine fast zinnweisse metallische Substanz, die beim Erhitzen erst mit den Farben des Stahls anlief, sich dann entzündete und zu reiner Wolframsäure verbrannte. In Chlorgas erhitzt, entzündete sie sich ebenfalls und verbrannte ohne Rückstand zu Chlorwolfram, sie war also nichts anders als reines Wolframmetall.

C h l o r w o l f r a m.

H. Davy hat zuerst angegeben, daß Wolfram, in Chlorgas erhitzt, darin zu einer weissen Substanz verbrennt, die sich mit Wasser in Wolframsäure und Salzsäure zersetzt; weiter aber scheint hierüber nichts bekannt zu seyn. Ich habe gefunden, daß sich drei verschiedene Verbindungen von Wolfram mit Chlor hervorbringen lassen.

Chlorwolfram im Maximum mit Chlor. Es entsteht immer und fast allein, wenn das schwarzgesärbte oder braungesärbte Wolframoxyd in einem Strome von trocknem Chlorgase erhitzt werden. Bei dem braunen Oxyde geht die Verbindung mit Feuererscheinung vor sich, die Glaskugel, worin es liegt, füllt sich mit dicken gelblichen Dämpfen, die sich zu gelblich-weissen Schuppen condensiren, und endlich ein dickes Sublimat bilden, das dem Ansehen und der Consistenz nach die täuschendste Aehnlichkeit mit der natürlichen Boraxsäure hat. An der Luft verwandelt sich dieses Chlorwolfram, je nach ihrem Gehalte an Feuchtigkeit, schon nach einigen Stunden oder erst nach Tagen in Wolframsäure, während es stechend nach Salzsäure riecht, welches überhaupt immer sein Geruch ist. In Wasser zersetzt es sich schon nach kurzer Zeit, jedoch nicht augenblicklich, in Wolframsäure und Salzsäure. In Ammoniak löst es sich mit Zischen und starker Erhitzung augenblicklich auf. Es ist sehr flüchtig ohne schmelzbar zu seyn, und sein Dampf ist von dunkelgelber Farbe. Wird es über der Weingeistflamme an offner Luft erhitzt, so wird es in dem Augenblicke, wo es gasförmig wird, vom Wasserdampfe der Flamme zerstetzt, es entstehen salz-

saure Dämpfe, die abgeschiedene Wolframsäure bildet nahe über der Flamme einen leuchtenden Rauch und fliegt dann in grossen, äußerst zarten Flocken wie die Zinkblumen im ganzen Zimmer herum.

Da sich dieses Chlorwolfram mit Wasser gerade in Wolframsäure und Salzsäure zersetzt, so muss es seiner Zusammensetzung nach der Wolframsäure entsprechen, das heisst aus 1 Atom Wolfram und 3 At. Chlor bestehen.

| | Atome | |
|---------|-------|--------|
| Chlor | — 3 — | 35,9 |
| Wolfram | — 1 — | 64,1 |
| | | 100,0. |

0,166 Grm. Chlorwolfram, in Ammoniak aufgelöst, abgedampft und geglüht, gaben 0,13 Grm. Wolframsäure, welche 62,65 Wolfram in 100 Th. Chlorwolfram entsprechen. Der Versuch konnte schon deshalb kein genaues Resultat geben, weil sich das Chlorwolfram bei jeder Manipulation, die man damit vornehmen muss, immer zersetzt.

Chlorwolfram im Minimum mit Chlor. Es entsteht immer und fast allein, wenn metallisches Wolfram in Chlor erhitzt wird. Das Wolfram entzündet sich dabei, und brennt dann von selbst fort. Bisweilen erscheint dieses Chlorwolfram als dunkelrothe, zarte, wollig zusammengehäufte Nadeln, meist aber als eine dichte geschmolzene dunkelrothe Masse, mit glänzendem Bruch, ungefähr wie schnell sublimirter Zinnober. Es schmilzt leicht und kocht, ehe es sich in Gas verwandelt, das eine noch dunkler rothe Farbe als das der salpetrigen Säure hat. In Wasser fängt es bald an violet zu werden, und nach und nach zersetzt es sich völlig in sehr

schönes violetbraunes Oxyd und in Salzsäure. In kaustischem Kali löst es sich mit Wasserstoffgasentwicklung zu wolframfaurem und salzaurem Kali auf. Ebenso entwickelt es mit kaustischem Ammoniak sogleich Wasserstoffgas, aber es entsteht dabei noch eine gelbe Auflösung, die sich bei sehr gelindem Erhitzen entfärbt, braun trübt und braunes Oxyd fallen lässt.

Dieses Chlorwolfram entspricht dem Oxyde und besteht also aus:

| | Atome | |
|---------|-------|---------|
| Chlor | — 2 — | 26,79 |
| Wolfram | — 1 — | 73,21. |
| | | 100,00. |

Das dritte Chlorwolfram, über dessen Zusammensetzung ich weder Versuche anstellte, noch eine Vermuthung äussern will, entsteht gewöhnlich, wiewohl in geringer Quantität, mit dem im Maximum. Die grösste Quantität davon erhielt ich aber, als ich Schwefelwolfram in Chlorgas erhitzte. Es ist das Schönste von allen. Es bildet dunkelrothe durchsichtige Nadeln, die oft von der einen Wand der Glaskugel zur andern reichen. Oft füllt ein Gewebe solcher Nadeln die ganze Kugel aus, obgleich die eigentliche Menge im Ganzen sehr geringe ist. Es ist äusserst leicht schmelzbar, und krystallisiert beim Erstarren in langen, sich an das Glas legenden rothen Krystallen. Es ist viel flüchtiger als das vorige, sein Dampf ist so roth wie der der salpetrigen Säure. An der Luft zersetzt es sich fast augenblicklich in Wolframsäure und Salzsäure. Wirst man es in Wasser, so schwillt es auf, wie sich löscheinder Kalk, es entsteht, wie bei diesem, ein kochendes Geräusch und Wärme, und gleich darauf ist es völlig in Wolframsäure verwandelt.

In
cke-
Eben
eich
gelbe
ent-

und

nen-
Ver-
wohl
Die
we-
nste
eln,
lern
nze
zen
and
Glas
als
pe-
en-
nan
der
Ge-
in

II.

Zusammenstellung der Eigenschaften der strahlenden Wärme

von

Herrn FOURIER *).

Wir vereinigen in dieser Abhandlung die Lehrsätze über das Gleichgewicht der strahlenden Wärme, um die Aufmerksamkeit auf diesen neuen Zweig der mathematischen Physik hinzulenken, und indem wir die gegenwärtigen Grenzen des letztern bezeichnen, wollen wir zugleich die Untersuchungen andeuten, welche zu seiner Vervollkommnung dienen könnten.

I.

Jedes Oberflächenelement eines erhitzen Körpers ist der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen, die sich nach verschiedenen Richtungen des Raumes ausbreiten. Dies Element lässt sich als eine unendlich kleine Scheibe betrachten, die Cylindern zur Basis dient, welche alle mögliche Richtungen besitzen und von denen jeder eine Unzahl paralleler Strahlen einschließt.

Die solcher Gestalt durch das Flächenelement ω in den äusseren Raum gesandte strahlende Wärme

*) Annal. de Chim. et Phys. XXVII. 236.

besteht aus zwei sehr verschiedenen Theilen; der eine von ihnen kommt aus dem Innern der Masse, zu welcher die Fläche ω gehört; der andere ist der, welchen dieselbe Fläche ω von umgebenden Körpern erhalten hat und reflectirt. Die Kräfte, welche die Wärme, mit der die Körper durchdringen sind, nach Außen treibt, oder die, welche einen Theil der auf die Oberfläche gefallenen Strahlen zurückwirft, kennen wir nicht, aber wir beobachten die Wirkungen dieser Kräfte und sie sind es, welche den Gegenstand unserer mathematischen Untersuchungen ausmachen.

Die von umgebenden Körpern auf das Flächenelement ω einfallende Wärme theilt sich in zwei Theile, von denen einer in die Masse M eindringt, der andere aber in den äusseren Raum zurückgeworfen wird, unter gleichem Winkel, unter welchem er einfiel. Die Strahlen, welche der Körper M hinauszuwerfen trachtet, erleiden eine ähnliche Einwirkung, nämlich eine Art von innerer Reflexion. Ein Theil derselben, welcher von den der Oberfläche zunächst liegenden Molekülen des Körpers M ausgestossen wird und zum Elemente ω unter einem gewissen Winkel gelangt, setzt seinen Weg nach gerader Richtung in den umgebenden Raum fort. Dieses ist die eigentliche Ausstrahlung. Ein anderer Theil der Wärme, welche zum Körper hinausstrebt, geht nicht über das Element ω hinaus, sondern kehrt in die Masse zurück.

Die eigenen von dem Körper M ausgesandten und das Element ω durchdringenden Strahlen vereinigen sich mit denjenigen, welche das Flächenelement von Außen erhält und reflectirt. Die totale Menge der strahlenden Wärme, welche ω entströmt, besteht also

aus zwei Gattungen von Strahlen, aus direct ausgestrahlten und aus reflectirten, so wie es klar ist, dass die von äusseren Körpern herrührenden und von ω reflectirten Strahlen ebensfalls aus directer und reflectirter Wärme bestehen; wir betrachten aber diese Strahlen nicht an der Oberfläche der Körper, welche sie ausfenden, sondern an der des Körpers M , in welche sie eindringen oder von welcher sie reflectirt werden.

II.

Mehrere Versuche lassen glauben, dass die Menge der strahlenden Wärme, welche ein Flächenelement ω in einer gegebenen Richtung ausendet, um so geringer ist, als diese Richtung einen kleineren Winkel mit der Fläche ω bildet, und dass sie proportional ist dem Sinus dieser Neigung. Wir werden zeigen, wie die Theorie diese Folgerung erklärt und beweist. Ein mit den Lehrsätzen der Geometrie und Statik analoger Satz lässt sich auf experimentalen Wege erweisen, aber er erfordert einen theoretischen Beweis, welcher die von der Schwierigkeit der Maasse und den unvermeidlichen Fehlern der Beobachtungen herrührenden Zweifel hebt.

Zuvor ist es nöthig das Maass zu bezeichnen, durch welche eine von dem nämlichen Flächenelement nach jeder Richtung in den Raum gesandten Wärmemenge genau gemessen werden kann. Zu diesem Zwecke denke man sich die parallelen Strahlen, welche einen der schiefen Cylinder bilden, deren Basis die Scheibe ω ist, und gegen diese um den Winkel

φ neigen. Diese unaufhörlich erneuerten Strahlen würden ein, in beliebiger Entfernung von ω und senkrecht auf der Axe des Cylinders angebrachtes Diaphragma durchdringen, und man sieht, daß dieser Vorgang während einer gewissen als Einheit angenommenen Zeit, fortduernd statt findet. Könnte man sämmtliche Wärme, welche auf diese Art in der Zeiteinheit das Diaphragma des Cylinders durchdringt, sammeln, und bestimmen wie viel Eis sie schmelzt, so würde diese Eismenge in Zahlen der Gewichtseinheit ausgedrückt seyn, und diese Zahl ist es, welche wir als genaues Maaf der totalen, in einem schiefen Cylinder enthaltenen Wärmemenge annehmen. Auf diese Art kann man die Wärmemengen, welche das nämliche Element nach verschiedenen Richtungen aussendet, mit einander vergleichen. Diese Definition ist sehr geeignet, die Aufgaben zu verdeutlichen und reicht hin sie einigermaßen zu lösen; es ist indes nöthig, diese Auflösung auf einen positiven Beweis zu stützen. Wir haben sie aus der sehr allgemeinen und durch die gewöhnlichen Beobachtungen gegebenen Thatprobe, des Gleichgewichtes der Wärme unter den am nämlichen Orte befindlichen Körpern abgeleitet.

III.

Man denke sich ein verschließbares, aus einer festen Masse bestehendes Gefäß, das von äusseren Ursachen in allen seinen Punkten auf die constante Temperatur C erhalten wird, und bringe in dieses mehrere Körper, die unter sich an Gestalt, Größe, Stoffbeschaffenheit und Oberflächenzustand verschieden sind. Die Temperaturen streben zufolge des Prin-

cipes der Mittheilung der Wärme immerfort dahin, sich zwischen diesen Körpern ins Gleichgewicht zu setzen. Denn 2 Molekel, deren Temperatur zuvor verschieden war, üben diesem Principe gemäss eine solche Wirkung auf einander aus, dass der weniger erhitze von dem andern einen Theil der überschüssigen Wärme bekommt, und diese mitgetheilte Wärme hört beständig damit auf, genau der Temperaturdifferenz proportional zu seyn. Es folgt aus dieser beständigen Theilung und der constanten Temperatur des Gefäßes, dass alle in letzterem enthaltenen Körper, unaufhörlich dahin streben, die nämliche Temperatur zu erhalten.

Wäre die constante, allen Punkten des Gefäßes gemeinsame Temperatur *C*, auch den eingeschlossenen Körpern *M*, *N*, *P*, vorher erheilt worden, so würde keine Veränderung eintreten und jeder Körper seine ursprüngliche Temperatur behalten. Wenn aber ein oder mehrere dieser Körper, bei ihrer Hineinbringung in das Gefäß eine niedere Temperatur als *C* gehabt hätten, so würden sie sich in diesem allmählig erwärmen, und nach einer gewissen Zeit eine wenig von *C* verschiedene Temperatur erreichen. Diese Differenz nimmt immerfort ab und wird kleiner, als jede gegebene Grösse. Derselbe Vorgang findet Statt, wenn die Anfangstemperatur der Körper *M*, *N*, *P*, grösser war, als die der Umgebung, und wird auch nicht durch die Oberflächenbeschaffenheit des Gefäßes abgeändert, es reicht hin, dass alle Punkte eine gemeinschaftliche und beständige Temperatur besitzen. Eben so ist diese Thatsache unabhängig von der Natur, der Gestalt und dem Aggregatzustand der Körper *M*, *N*, *P*. Die

Wärmemenge aber, welche diese Körper durchdringt und die Zeit, um sie zu erlangen, ist nach der Natur der Stoffe sehr verschieden; ihre Endtemperatur ist jedoch stets die nämliche und zwar die der Umgebung. Diese Betrachtung über das Gleichgewicht der Temperaturen in einem geschlossenen Gefäße ist das wahre Fundament der mathematischen Theorie von der strahlenden Wärme, und entspringt, wie wir gesagt haben, aus der Mittheilung der Wärme, als der allgemeinsten und beständigsten Thatsache, welche man in dieser Klasse von Erscheinungen beobachtet hat.

IV.

Es ist jetzt zu zeigen, wie diese Kenntniß vom Gleichgewichte zur Bestimmung des Gesetzes der Strahlung dienen kann. Jeder unendlich kleine Theil der Oberfläche eines erhitzen Körpers ist der Mittelpunkt einer mit strahlender Wärme erfüllten Halbkugel. Alle Elemente der hemisphärischen Fläche (deren Radius gleich eines gesetzt ist), werden in gleichen Zeiten von Wärmemengen durchdrungen, die man keinesweges, als überall gleich voraussetzen kann. Es handelt sich nun darum das Gesetz zu finden, nach welchem die Wärme auf der Halbkugelfläche verteilt ist.

Zu dem Ende betrachte man wieder ein Gefäß, welches von allen Seiten durch Flächen von gegebener Form begrenzt ist, und überall eine constante Temperatur besitzt. Man denke sich im Innern des Gefäßes, z. B. im Mittelpunkt einer Kugelfläche, ein unendlich kleines kugelförmiges Theilchen und nehme sich vor, die von diesem zu erreichende Temperatur

zu bestimmen. Diese Endtemperatur ist eine solche, bei welcher das Moleköl genau dieselbe Wärmemenge an das Gefäß abtritt, als es von diesem erhält; denn wären diese Mengen sich nicht gleich, so würde das Moleköl offenbar seine Temperatur verändern. Auf diesem Grundsätze beruht die Rechnung. Wir nehmen an, dass man nicht wisse, ob die von einem Elemente ω des Gefäßes ausgesandten Strahlen, um so weniger Wärme enthalten, als sie mehr gegen ω geneigt sind und welches das Gesetz der Abnahme sey, d.h. welche Wärmemenge ein Cylinder enthält, dessen Basis ω mit der Axe den gegebenen Winkel φ bildet. Man betrachte also diese in jedem Strahle enthaltene Wärmemenge, als eine unbestimmte Funktion des Sinus vom Winkel φ und wird als dann leicht nach den Regeln der Integralrechnung, den Ausdruck für die Endtemperatur α des Moleköl's erhalten. Dieser Ausdruck enthält die unbestimmte Funktion $f(\sin \varphi)$. Man sucht alsdann die Natur dieser Funktion zu bestimmen, indem man den Werth von α mit dem der gemeinschaftlichen Temperatur des Gefäßes vergleicht.

V.

Berechnungen dieser Art haben uns bewiesen, wie es schon die Beobachtungen gezeigt hatten, dass die totale Menge an strahlender Wärme, welche irgend ein Element des geschlossenen Gefäßes aussendet, proportional ist dem Sinus der Neigung. Wir hatten z. B. ein sphärisches Gefäß angenommen und das Moleköl im Mittelpunkt desselben gesetzt, oder auch den Raum statt des Gefäßes durch zwei parallele Ebenen von unendlicher Ausdehnung begrenzt: auch haben

wir dem Gefäſſe die Gestalt einer cylindrischen Fläche beigelegt, die an beiden Enden durch Kreisflächen geschlossen ist. Sowohl für diese verschiedenen Fälle, als auch für alle, welche wir sonst der Rechnung unterworf en, findet man, daß wenn die von dem Scheibchen ω ausgesandte Wärmemenge, nach allen Richtungen gleich wäre, die alsdann eintretenden Erscheinungen den beobachteten gänzlich widersprechen würden. Die vom Molek el erlangte Temperatur würde mit seiner Lage im Raume veränderlich feyn.

Man würde in einer auf der Siedhitze erhaltenen Gefäſſe die Frosttemperatur finden, und umgekehrt die des schmelzenden Eisens in einer Umgebung von Eis antreffen. Wenn hingegen die von jedem Elemente ausgesandte Wärme proportional ist dem Sinus der Neigung so giebt es in dem innern Raum keinen Punkt, in welchem nicht ein Molek el die Temperatur des Gefäßes annähme. (Die Rechnungen darüber finden sich im 5. Bande der Nouv. Mem. de l'acad. roy. und dem 4. Bd. der Annal. de Chem. et Phys.)

VI.

Es ist leicht diese Folgerungen zu verallgemeinern und zu beweisen, daß wenn die Wärmemenge in einem Strahle proportional ist, dem Sinus der Neigung dieses Strahles mit dem Element, welches denselben aussendet, die Endtemperatur eines Körpers in dem geschlossenen Gefäſſe, keinesweges von der Form des Gefäßes abhängt und stets mit der der Umgebung gleich ist. Dies Resultat findet inmer Statt, welche Stelle die Körper einnehmen und wie groß auch ihre Zahl und Ausdehnung feyn mag. Jedes unendlich klein-

Oberflächenelement dieser Körper, oder dieses Gefäßes, ist die gemeinschaftliche Basis einer Unzahl von Strahlen, welche sich vom Mittelpunkt entfernen und eine mit Wärme erfüllte Halbkugel bilden. Das nämliche Element empfängt, nach den verschiedenen Richtungen eine eben so große Anzahl von Strahlen, als es auswandte und die folglich ebenfalls Wärmemengen, proportional mit dem Sinus des Neigungswinkel, zu führen.

Vor allem ist es nötig zu bemerken, 1) dass die hier entwickelte mathematische Folgerung, dem Falle des Gleichgewichtes zukommt, d. h. demjenigen, in welchem alle Theile des Gefäßes eine gemeinschaftliche Temperatur besitzen. In diesem Falle ist es bewiesen, dass die Wärmemengen, welche das nämliche Element nach verschiedenen Richtungen aussendet, proportional ist dem Sinus der Neigung; 2) dass diese von der Fläche ω ausgesandte Wärmemenge nicht bloß durch directe Ausstrahlung, sondern auch von der durch dieses Element geschehenen Zurückstrahlung erzeugt wird. Mithin drückt der vorhergehende Satz das Gesetz der totalen Wärmeaussendung, oder das der Strahlung aus, und nicht das Gesetz der unmittelbaren Aussendung, welches man als sehr verschieden von dem vorhergehenden annehmen kann.

VII.

Die Folgerungen, welche man aus dem Gesetze der Proportionalität der, von einem Flächenelemente ausgesandten, Wärmemenge mit den Sinus der Neigung ableiten kann, sind nachstehende:

1) Wenn das genannte Gesetz statt findet, so ist unter der strahlenden Wärme, von einem Elemente zum andern, Gleichgewicht vorhanden, d. h. wenn man zwei unendlich kleine Elemente ω , ω' , für sich betrachtet, gleichviel ob sie dem Gefäse, oder den darin enthaltenen Massen angehören, so empfängt das eine genau eben soviel von dem anderen, als es diesem wiederum zuschickt. Diese Eigenschaft kann nur mit dem erwählten Gesetze übereinstimmen. Das Gleichgewicht von Element zu Element wird aus keinem anderen Gesetze hervorgerufen; es setzt nothwendig voraus, daß die ausgesandte oder empfangene Wärme proportional ist dem Sinus des Winkels, welchen der Strahl mit der Fläche bildet.

2) Wenn man für eine in dem innern Raume befindliche unendlich kleine Kugel berechnet, wie viel Wärme dieselbe von den Theilen des Gefäßes, oder den übrigen Körpern empfängt, so findet man eine constante Größe, die nicht von der Lage dieser kleinen Kugel, oder der Gestalt des Gefäßes abhängt. Jeder Punkt des Raumes, ist der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen von gleicher Intensität, welche in allen Richtungen anlangen und abgehen.

3) Die Wärmemenge, welche, für den Fall des Gleichgewichtes, eine Fläche von beliebiger Gestalt und von überall gleicher Temperatur, nach einem Punkte des Raumes aussendet, ist leicht zu messen. Man muß diesen Punkt, als den Scheitel eines Kegels betrachten, der die gegebene Fläche einhüllt, und mit dem gleich eins gesetzten Radius eine Halbkugelfläche beschreiben, deren Mittelpunkt ebenfalls in diesem Punkte liegt. Der Theil der Halbkugelfläche, welche

in jenem Kegel begriffen ist, d. h. die Capacität oder Oeffnung des Kegels misst die fortgesandte Wärme. Wir haben von dieser Construction in einem Aufsatze, betitelt: Aufgabe über die physikalische Theorie der strahlenden Wärme, (Annal. de Chim. et Phys. VI. p. 259.) Gebrauch gemacht. *)

*) Hier in gedrängter Kürze einen Auszug jener Abhandlung, der zur Verständigung der gegenwärtigen gewiß nicht überflüssig ist. P.

1) Wenn ein Molekel μ , im Inneren eines geschlossenen, luftleeren Gefäßes befindlich, von den Wänden des letzteren bestrahlt wird und die Theile aa , bb etc., ungleiche Temperaturen besitzen, (Fig. 1.) so misst man die Wärme welche μ empfängt, dadurch, daß man die Temperatur a eines jeden Theiles, mit der Capacität a der Kegelfläche $a\mu a$ multiplicirt. Capacität heißt hier der Theil einer, aus μ , mit dem Radius = 1 beschriebenen Kugelfläche, welchen der Kegel $a\mu a$ aufschlägt. Die totale Wärmemenge, welche μ erhält, ist, diesem nach, gleich der Summe analoger Produkte $= aa + b\beta + \dots$

2) Ein unendlich kleines, in μ befindliches und feste Temperatur erlangt habendes Thermometer, würde von einer zwischen gestellten Fläche $a'a'$, (Fig. 2.) die gleiche Temperatur mit aa besitzt, eben so viel Wärme als von dieser bekommen und in seiner Temperatur nicht geändert werden. Wäre $a'a'$ aber wärmer oder kälter, als aa , so wird die Temperatur von μ sich heben oder senken, denn der Faktor, welcher die hier zwar unverändert gebliebene Capacität des Kegels multiplicirt, ändert sich mit der Temperatur.

3) Wenn die zwischen gestellte Fläche rr , (Fig. 3.) die erhaltene Wärme völlig zu reflectiren vermag, so findet man die Wärmemenge, welche diese nach μ sendet, dadurch, daß man die, den Spiegel umhüllende, Capacität des Kegels multiplicirt mit der Temperatur b , der Fläche bb , deren Wärme auf μ reflektirt wird. Man kann also rr als nicht vorhanden

Für den Fall des Gleichgewichtes ist diese Folgerung in aller Strenge wahr. Haben die Flächen ungleiche, aber wenig von einander unterschiedene Temperaturen und sind die Einfallswinkel nicht sehr klein, so kann man ebenfalls noch von dieser Construction Gebrauch machen, wenn man die Wirkung jeder

betrachten und der von diesem Spiegel verdeckten Fläche aa , die Temperatur b zuschreiben. Wenn rr die Wärme völlig reflectirt, so wirkt es auf μ eben so, als wenn es keine eigenthümliche Wärme besitzt. Mittelst der Reflexion ist die Temperatur b des Flächenteiles bb nach dem Spiegel rr , oder was gleich ist, nach der von diesem verdeckten Fläche aa , verpflanzt.

4) Ist die Temperatur des Stückes bb der Fläche nicht überall dieselbe, so gilt das Vorgehende nur von einem unendlich kleinen Theilchen $\beta\beta$, dessen Temperatur als überall dieselbe zu betrachten ist. Die Wärme von $\beta\beta$ fängt $\varrho\varrho$ auf und ist β die Temperatur von $\beta\beta$, so giebt β mal der Capacität des Kegels $\beta\mu\beta$, die Wirkung von $\beta\beta$ auf μ (Fig. 4.).

5) Wenn man unter den früheren Bedingungen, zwischen μ und den Wänden des Gefäßes, eine Platte bb setzt, (Fig. 5.) deren Temperatur b geringer ist, als a , die des Gefäßes, so fällt das Thermometer, und zwar da die Platte bb die Fläche aa ersetzt, eben so als wenn letztere die Temperatur b erhielt. Stellt man überdies einen Hohlspiegel rr auf, der fähig ist die von bb empfangenen Strahlen auf μ zu senden, so fällt das Thermometer von Neuem. Der Spiegel rr fängt nämlich die von RR ausgestrahlte Wärme auf und ersetzt sie durch eine Menge, die gleich ist der Capacität des Kegels $r\mu r$, multipliziert mit der Temperatur b der Fläche $b'b'$, deren Strahlen von rr reflectirt werden. Die Wirkung des Spiegels verpflanzt die Temperatur b der Platte bb nach seiner eignen Oberfläche, oder was dasselbe ist, nach der Fläche RR , deren Strahlen von rr aufgefangen werden.

Fläche für sich betrachtet. Man erklärt hierdurch mehrere merkwürdige Erscheinungen, z. B. die scheinbare Reflexion der Kälte.

4) Denkt man sich innerhalb des vom Gefäße umschlossenen Raumes auf beliebige Art eine Fläche beschrieben, bezeichnet mit ω das Element dieser immateriellen Fläche und betrachtet die Wärmemenge, welche letzteres nach allen Richtungen durchdringen, so sieht man, daß das Strahlungsge setz in Bezug auf dieses Element beobachtet ist, so daß die Cylinder,

6) Wenn man statt der Platte bb einen zweiten Hohlspiegel qq in das Gefäß bringt, (Fig. 6.) zugleich mit einem Körper m , dessen Temperatur b niedriger ist, als a , die gemeinschaftliche Temperatur des Gefäßes und des Thermometers μ ; so fällt das letztere und man findet die Größe des Fallens, wenn man die Capacität des Kegels rur mit der Temperatur des Körpers multiplizirt, von dem rr die Wärme auf μ reflectirt. Hier ist diese Temperatur offenbar die des Körpers m , welche zunächst von qq aufgesangen und darauf nach rr reflectirt wird; und da der Spiegel rr die Stelle der Fläche RR vertritt, so sieht man, daß die unmittelbare Wirkung des letzteren zur Wirkung des Spiegels rr sich verhält, wie die Wirkungen der Temperaturen a und b . Man erhält einen genauen Werth der Temperaterniedrigung von μ , wenn man nach diesem Prinzip die Wirkung aller Theile des umgebenden Gefäßes berechnet. Die Rechnung bleibt sich gleich, wenn auch m ursprünglich wärmer war als μ .

Das Vorgehende setzte μ als unendlich klein voraus, hat dieses aber eine wirkliche Größe, so muß man die verschiedenen Punkte der Oberfläche derselben besonders berechnen.

Der Verfasser gedenkt zuletzt noch der Verdienste, die sich in diesem Theile der Wärmelehre, Pictet, Prevot, Leslie, und Rumford, durch ihre experimentellen Versuche erworben haben.

welchen letzteres zur Basis dient, Wärmemengen enthalten, die proportional sind dem Sinus der Winkel in welchen die Axen der Cylinder gegen diese Basis neigen. Der Vorgang ist der nämliche, als wenn das Element ω zur Fläche eines der Körper gehörte, die die Endtemperatur besitzen. Wenn man also einen der Körper M , N , P , aus dem innern Raume fort nimmt, so wird die Strahlung, welche an jedem Oberflächenelemente dieses Körpers statt fand, noch fortfahren zu bestehen, an der Fläche welche das von ihm eingenommene Volumen begränzt.

Die so eben beschriebene gleichmäßige Vertheilung ist es, im eigentlichen Sinne, welche das Gleichgewicht der strahlenden Wärme ausmacht und die Temperatur des inneren Raumes bestimmt. Theilte man diesen Raum in gleiche Theile und könnte man die Wärme eines jeden derselben, für einen bestimmten Zeitpunkt sammeln, so würde man gleiche Mengen finden und ihr gemeinschaftlicher Werth, der nämliche für jeden andern Augenblick seyn.

Obgleich die Wärme sich nicht mit den luftförmigen Stoffen vergleichen lässt, so muß hier doch bemerk't werden, daß sie eine diesen Stoffen analoge statische Eigenschaft besitzt. Die Dichtigkeit und folglich die Repulsivkraft, welche aus der Wirkung der Wärme entspringt, ist nämlich in allen Theilen des Raumes, wo Gleichgewicht vorhanden ist, dieselbe. Wenn diese gleichmäßige Vertheilung eingetreten ist, so giebt es keine Ursache, durch welche die Temperaturen verändert werden könnten.

VIII.

Nachdem die erwähnten Lehrsätze bewiesen waren, wünschten wir auch die physische Ursache kennen zu lernen, aus welcher sie entstehen. Hier die Erfolge dieser Untersuchung; das Zurückwerfungsvermögen ist bei derselben zuvor als Null angenommen, später werden wir auch diese Eigenschaft betrachten:

Wenn die Wärme, von welcher ein Körper durchdrungen ist, zur Oberfläche entweicht und sich in den umgebenden Raum begiebt, so ist es gewiss, dass die ausgesandten Strahlen nicht bloß von der Oberfläche kommen. Die nahe unter der Oberfläche liegenden Punkte tragen offenbar zu dieser Ausstrahlung bei. Wir bemerken hier, dass wir in der Theorie, deren Elemente hier aneinander gesetzt werden, die Temperaturen nur innerhalb der Gränzen betrachten, in welchen sie die Naturerscheinungen auf der Erdoberfläche bedingen. Für undurchsichtige Körper und für dieses Temperaturenintervall sind es nur die in einer ungemein geringen Tiefe liegenden Punkte, deren ausgestrahlte Wärme direct zur Oberfläche gelangen kann. Es ist klar, dass in geneigten Richtungen das Gesamtprodukt der Ausstrahlung geringer seyn muss, weil die ausgesandten Strahlen einen grösseren Weg durch die feste Masse zurückzulegen haben und folglich von ihnen eine grössere Menge aufgesangen wird. Um diesen letzten Vorgang mit Schärfe zu bestimmen, denke man sich einen schiefen Cylinder (Fig. 7), der das unendlich kleine Oberflächenelement ω des erhitzten Körpers zur Basis hat, und in das Innere der festen Masse verlängert ist. Wenn man in einem der Basis ω sehr nahe liegenden

Punkt σ ein Diaphragma σ senkrecht gegen die Axe des Cylinders annimmt, so wird σ in Richtung der Axe von der Wärme durchdrungen, welche im Cylinder die Molekel mm' , unterhalb σ und diesem Punkte am nächsten liegend, in dieser Richtung aussenden. Ein Theil der von diesen Molekülen parallel mit der Axe ausgestrahlten Wärme gelangt nur bis zur Oberfläche ω ; sie wird von den dazwischenliegenden Molekülen aufgefangen und vernichtet. Wenn man zwischen ω und σ in einem gewissen Abstande δ vom ersten Diaphragma, σ , ein zweites σ' senkrecht auf der Axe errichtet, so ist gewiss, dass die Wärme, welche σ' in Richtung der Axe durchdringt, weniger beträgt als die, welche σ durchdringt; d. h. dass die Wärme A , welche in dieser Richtung durch σ hindurchgelingt, auf einen geringeren Werth pA zurückgeführt wird, wenn sie in der festen Masse den Zwischenraum δ durchlaufen hat. Sie wird auf $(1-p)A$ verringert, und der Werth dieses Bruches p hängt nach einem gewissen Gesetze von δ ab. Man bestimmt also dies Verhältnis p durch eine unbestimmte Function des durchlaufenen Raumes δ . Erwägt man, dass alle Molekel der festen Masse, die der Voraussetzung gemäß gleiche Temperatur besitzen, die nämliche Wärmemenge forschicken, und zwar nach allen Richtungen: so kann man den Ausdruck der totalen Wärmemenge bilden, welche durch das Oberflächenelement ω , nach einer bestimmten Richtung, zum Körper hinaustritt. Dieser Ausdruck wird die unbestimmte Function $f(\delta)$ enthalten, welche abgezogen von der Einheit die Wärmemenge bestimmt, die in irgend einem Intervall δ vernichtet ward. Es ist sehr

leicht diese Rechnung aufzustellen und die Wärme-
mengen zu vergleichen, welche durch dasselbe Flä-
chenelement ω nach zwei verschiedenen Richtungen
entweichen. Man erkennt alsdann, was leicht vor-
hergessehen werden kann, daß das Verhältniß dieser
Größen unabhängig ist von der Function $f(\delta)$, die
das Gesetz der Auslöschung bestimmt. Wie auch die-
ses Gesetz beschaffen seyn mag, das Verhältniß, um
welches es sich handelt, ist das der Sinus der Winkel,
welche die Cylinderaxen mit dem Elemente bilden.
Endlich bietet sich diese Folgerung auch von
selbst dar, und läßt sich ohne alle Rechnung beweisen,
wie man aus dem Nachstehenden ersieht.

IX.

Man bezeichne durch ω einen unendlich kleinen
Kreis auf der Oberfläche des Körpers, führe durch
seinen Mittelpunkt und senkrecht auf ihn eine Nor-
male, und bilde im Innern der Masse einen geraden
Cylinder, von dem diese Normale die Axe und ω die
Grundfläche ist. (Fig. 8.) Aus dem Mittelpunkt von ω
beschreibe man mit dem Radius ε eine halbe Kugel-
fläche und verlängere den Cylinder bis zur letzteren,
von welcher er einen unendlich kleinen Theil s ab-
schneidet. Eben so errichte man über ω einen schiefen
Cylinder, dessen Axe, ins Innere der Masse geführt,
mit der Basis ω einen Winkel φ bildet. Dieser Cy-
linder bis zum Zusammentreffen mit der Kugelfläche
verlängert, beschreibt auf dieser einen Schnitt σ . End-
lich beschreibe man aus ω mit dem Radius $(\varepsilon - \delta)$ ei-
ne zweite Halbkugelfläche, welche gleichfalls die bei-
den Cylinder schneidet, und mit dem ersten den

Schnitt s' , so wie mit dem zweiten den Schnitt σ' bildet. Von dem geraden Cylinder liegt ein Element zwischen den Sectionen s und s' , deren Abstand δ in Bezug auf ε eine unendlich kleine Grösse ist; von dem schiefen Cylinder hingegen eins zwischen den Sectionen σ und σ' , deren Abstand ebenfalls δ ist.

Jeder innere Punkt m der festen, gleichförmig erwärmten, Masse schickt nach allen Richtungen eine gewisse Wärmemenge A , von welcher ein Theil pA unmittelbar bis zu einem gewissen Abstande ε vom Punkte m gelangt. Der andere Theil $(1-p)A$ wird aufgefangen. Der Bruch p ist um so kleiner, als der in der festen Masse durchlaufene Weg ε länger ist, und dieser Bruch ist Null, wenn der durchlaufene Abstand gleich ist einer unendlich kleinen Grösse λ oder diese übertrifft.

Die vorausgesetzt, so ist es leicht die Wärmemengen mit einander zu vergleichen, welche die beiden Körperelemente der Cylinder bis zur Oberfläche über ω hinaus versenden.

Bezeichnet man mit a die in normaler Richtung durch ein Cylinderelement, von der Basis s und der Höhe δ , ausgestandte Wärme; bezeichnet mit b diejenige, welche in Richtung der schiefen Axé durch das zweite Element, dessen Basis σ ist, ausgestandt wurde, so sieht man, dass die Grössen a und b proportional sind dem Volumen der Elemente, und folglich proportional den Grundflächen s und σ , weil diese Elemente gemeinschaftlich die Höhe δ besitzen. Nun folgt aber aus der Construction, dass: $s = \sigma \sin \varphi$. Denn ist Fig. 9 die Länge eines geraden Cylinders = 1 und seine Basis s , theilt man diesen Körper durch

eine Ebene σ , welche mit der Axe den Winkel φ bildet, in 2 Theile, und versetzt man diese Theile so, daß die beiden entgegengesetzten Basen s und s zusammenfallen, und die beiden Basen σ und σ parallel sind, so würde man einen schiefen Cylinder bilden, dessen Höhe $\sin \varphi$ ist. Da das Volumen des geraden Cylinders nicht verändert ward, so hat man offenbar die Gleichung: $s = \sigma \sin \varphi$.

Der mit a bezeichnete Theil der Wärme, welcher, nachdem er den Abstand ε durchlaufen hat, ω durchdringt, ist $= pa$, und der Theil der Wärme b , welcher, nachdem er dieselbe Entfernung ε durchlaufen hat, ω unter dem Winkel φ durchdringt, ist $= pb$ oder $pa \sin \varphi$. Mithin verhalten sich die Wärmemengen, welche zu beiden Körperelementen hinaustreten und jenseits ω , bis zur Oberfläche gelangen, wie 1 zu $\sin \varphi$.

Derselbe Schluss ergiebt sich, wenn man in Fig. 8 eine 5te Halbkugelfläche mit dem Radius $\varepsilon - 2\delta$ zieht und die Wärmemengen vergleicht, welche von zwei andern correspondirenden Elementen des geraden und des schiefen Cylinders ausgesandt werden. Man kann auf diese Art die Volumina beider Cylinder in eine Menge Theile theilen, wovon jeder in Bezug auf das ganze Volumen unendlich klein ist; die vorhergehende Folgerung findet auf alle zwischenliegende Elemente eine Anwendung, die man vergleicht. Mithin verhalten sich die totalen Wärmemengen, welche zu jedem Cylinder hinaustreten und das nämliche Element durchdringen, wie 1 zu $\sin \varphi$.

X.

Wenn die Wärme ungehindert durch die Oberfläche des Körpers entwiche, d. h. wenn der Auspendung keine Kraft entgegenstände, so würde die Strahlung nach dem so eben erwähnten Gesetze vor sich gehen. Es würden durch jedes Oberflächenelement ω nach verschiedenen Richtungen, Wärmemengen hinaustreten, die genau den Sinus der Winkel dieser Richtungen mit ω proportional wären. Dieses folgt, wie man sehen wird, aus nachstehenden beiden Ursachen: 1) jedes Moleköl der erhitzten Masse schickt nach allen Richtungen eine gleiche Wärmemenge, und diese Wärmemenge ist die nämliche für alle Moleköl, weil letztere, der Voraussetzung nach, sämmtlich gleiche Temperatur besitzen. 2) die der Oberfläche sehr nahe liegenden Moleköl sind die einzigen, welche direct einen Theil ihrer Wärme zu dieser Fläche hinansenden können. Das angezeigte Gesetz ist eine nothwendige Folge dieser gleichen Irradiation und der totalen Erlösung derjenigen Strahlen, welche in der Masse einen unendlich kleinen Weg A zurückgelegt haben. Wenn dieses Intervall A , welches die vollständige Erlösung bedingt, eine endliche Größe hätte, so würde zwar das Resultat nicht weniger leicht zu erkennen seyn, aber wir beschäftigen uns hier nicht mit dieser Aufgabe.

Wir haben in den Artikeln VI und VII bewiesen, dass das nämliche Gesetz der Strahlung in einem geschlossenen Raum das Gleichgewicht der Temperaturen bedingt. Wenn also das Reflexionsvermögen als Null angenommen wird, so würde dieses Gleichge-

wicht, zufolge der eben genannten beiden physikalischen Ursachen, nothwendig Statt finden.

Man muss auch bemerken, daß die Bewegung der Wärme im Innern der festen Substanzen, nach denselben Principien bestimmt wird. Es reicht hin anzunehmen, daß jedes Moleköl der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen ist, von denen jeder nach allen Richtungen gleiche Wärmemengen enthält und welche gänzlich verschluckt werden, wenn sie in der undurchsichtigen Masse ein gewisses unwahrnehmbares Intervall A zurückgelegt haben. Die Intensität, welche für alle zu demselben Punkt hinaustretenden Strahlen die nämliche ist, wechselt von einem Punkt zum andern und hängt von der Temperatur eines jeden Punktes ab. Diesem nach kann man die Wärme menge bestimmen, welche ein Körpertheilchen von gegebener Figur empfängt oder verliert und die Differenzialgleichungen bilden, welche die Fortpflanzung der Wärme in den festen Körpern ausdrücken. Mithin entspringt das Gesetz der freien Strahlung an der Oberfläche der Körper, so wie das der Vertheilung der Wärme im Innern dieser Körper, aus einer überaus einfachen Thatſache, nämlich aus der gleichförmigen Irradiation jedes erhitzten Molekels.

XI.

Wir haben in dem Vorhergehenden eine physikalische Eigenschaft, die sich an der Oberfläche der Körper zeigt, nicht beachtet; diejenige nämlich nicht, daß ein Theil der von umgebenden Körpern ausgesandten Wärme reflectirt wird. Nicht alle Körper besitzen den nämlichen Grad von dieser Fähigkeit die

einfallenden Strahlen zurückzusenden, und diejenigen unter ihnen, bei welchen dies Zurückwerfungsvermögen am vollkommensten ist, bewahren am längsten ihre eigene Wärme. Alle Beobachtungen kommen darin überein zu zeigen, daß eine nothwendige Beziehung zwischen der Eigenschaft die Wärme auszusenden, und der, sie zurückzuwerfen, vorhanden ist. Die eine wie die andere hängt von dem Zustand der Oberfläche ab, und so wie man bei Veränderung dieses Zustandes das Reflexionsvermögen verringert oder vermehrt, so vermehrt oder vermindert man auch das Vermögen die innere Wärme fortzusenden. Wir bringen hier nicht die allgemein bekannten Thatsachen bei, da sie in jedem Lehrbuch der Physik auseinandergesetzt sind. Unser Hauptgegenstand ist, die Ursache kennen zu lernen, welche das Gesetz der Strahlung in einem geschlossenen Gefäß unterhält, ungeachtet des mehr oder weniger vollkommenen Reflexionsvermögens der inneren Flächen dieses Gefäßes oder der in demselben enthaltenen Körper.

Wenn ein geschlossenes, auf unveränderlicher Temperatur erhaltenes Gefäß, verschiedene Körper einschließt, welche die nämliche Temperatur empfangen haben oder sie erst in dem Gefäß erhielten, so findet Gleichgewicht statt, wie auch die verschiedenen Theile der inneren Oberfläche des Gefäßes oder die der Oberfläche der Körper beschaffen seyn mögen. Wir nehmen diese Thatsache an, als durch Beobachtung gegeben; die Aufgabe ist: die physikalischen Eigenschaften deutlich zu bezeichnen, welche sie voraussetzt. Nun haben wir aber so eben bewiesen, daß wenn die

Aussendung der Wärme ungehindert vor sich geht, so dass alle Strahlen, welche aus dem Innern der Masse bis zur Oberfläche gelangen, unmittelbar in den äussern Raum treten, das angezeigte Gesetz sich von selbst aufstellt. Es ist nun zu erklären, warum dieses Gesetz noch fortbesteht, wenn die Fläche die Eigenschaft erlangt, die einfallende Wärme zum Theil zurückzuwerfen und mithin auch die innere Wärme zum Theil zu behalten. Man kann nicht zweifeln, dass nach einer Veränderung im Zustande der Oberfläche, die von einem Elemente ω nach verschiedenen Richtungen ausgesandten Strahlen, nicht noch Wärmemengen enthielten, die proportional seyen den Sinus der Neigung; denn das Gleichgewicht unter den Temperaturen, eine Folge dieses Gesetzes, fährt fort seine Anwendung zu finden. Man muss indess bemerken, dass wenn die Emission aufhört total zu seyn, die Reflexion zugleich aufhört Null zu seyn. Alsdann muss man der eigenen, von den Molekülen ausgesandten Wärme den Theil der einfallenden Wärme hinzufügen, welchen die Flächen reflectiren, und man sieht zuvor, dass es diese Ausgleichung ist, welche das für das Gleichgewicht der Temperaturen nöthige Gesetz der Strahlung aufrecht erhält. Es handelt sich nun darum die mathematische Genauigkeit der Compensation zu beweisen, und zwar dadurch, dass man mit Schärfe die physischen Bedingungen bestimmt, von welchen sie abhängt. Wir haben diesen Beweis im 99. Artikel unserer Abhandlung von 1811 gegeben*).

*) Nouv. Mém. Acad. roy. des Sciences, tom. V.

Er ist leicht und ohne alle Schwierigkeit; man kann ihn nachstehendermassen darstellen.

XII.

Wenn man zuvor den Fall der freien Emission betrachtet, d. h. den, in welchem die innere Wärme ohne Hinderniss hinaustritt und die einfallende WWärme gänzlich absorbiert wird, so stellt sich, wie aus Artikel VIII. zu ersehen, das das Gleichgewicht der Temperaturen bedingende Strahlungsgesetz von selbst ein; es besteht in allen Theilen des Raumes, welchen das Gefäß begränzt. Wenn man hierauf annimmt, daß die Oberflächen des Gefäßes oder der darin befindlichen Körper irgend eine Veränderung erleiden, welche ihnen, bis zu einem gewissen Grade, das Vermögen geben, einen Theil der einfallenden WWärme zu reflectiren, so läßt sich beweisen, daß die Vertheilung der strahlenden WWärme dieselbe bleibt wie zuvor. Das Strahlungsgesetz findet ungestört seine Anwendung, wenn auch diese Zustandsveränderung irgend eines Theiles der Oberfläche, von einer oder mehreren anderen begleitet wird; die von ω nach einer gewissen Richtung ausgesandte WWärme ist beständig eben so groß, wie wenn das Reflexionsvermögen gänzlich fehlte.

Man bezeichne nämlich durch r die Wärmemenge, welche von der unendlich kleinen Scheibe ω in einer bestimmten Richtung ausgesandt würde, wenn, wie zuvor angenommen, die Aussendung vollständig wäre, und es sey φ der Winkel, den diese Richtung mit der Fläche ω macht (Fig. 10). Durch den Punkt m , als Mittelpunkt von ω , errichte man mn normal

auf der Fläche; ziehe eine Gerade mo in der Richtung des betrachteten Strahles und lege eine Ebene durch die beiden Geraden mn und mo ; auch ziehe man in dieser Ebene, auf der andern Seite der Normale eine Gerade m_1 , welche mit ω ebenfalls den Winkel φ bildet.

Wenn die Emission vollständig wäre, so würde das Element ω nach Richtung mo einen Strahl r aussenden, gleich wie unter der nämlichen Neigung φ , einen zweiten, in der andern Richtung m_1 . Zu gleicher Zeit empfängt dies Element ω einen Strahl r in der Richtung mo und einen andern in der Richtung m_1 (Art. VI). Jeder dieser Strahlen wird frei in die Fläche eindringen und total absorbiert werden, weil das Reflexionsvermögen Null war. Man nehme an, dass zu Anfang einer gegebenen Zeit A in dem Zustande der Fläche ω irgend eine Veränderung vorgege, so dass der nach Richtung mo ausgesandte Strahl vermindert und gleich ar werde, dem Produkt aus r in einen Bruch α . Dieselbe Ursache wird auf den Strahl r wirken, den die Fläche gleichzeitig in der Richtung m_1 empfängt und gänzlich verschlucken würde. Von diesem einfallenden Strahl wird nur ein Theil durch ω verschlucht und das andere reflectirt. Nimmt man an, dass der absorbierte Theil gleich ar sey, wo α den früher erwähnten kleinen Bruch bezeichnet, so wird der von ω reflectirte Theil des Strahles gleich feyn $(1 - \alpha \cdot r)$. Dieser Theil wird dem Strahl ar , welchen ω in derselben Richtung mo aussendet, hinzugefügt, und folglich ist die totale Wärmemenge, welche das Element ω nach Richtung mo aussendet, $= ar + (1 - \alpha \cdot r)$, wo r derjenigen gleich ist, wel-

che im Fall einer vollständigen Emission ausgesandt würde.

Es giebt auf der Fläche des Gefäßes oder der von diesem eingeschlossenen Körper kein einziges unendlich kleines Element ω , auf welches nicht der nämliche Schluss anwendbar sey. Wenn also ein oder mehrere Theile dieser Flächen zu Anfange derselben Zeit A die nämlichen Veränderungen erleiden, so ist klar, daß die nach allen Richtungen ausgesandten Wärmemengen dieselben wie zuvor bleiben.

Folgt der ersten Veränderung eine zweite, so kann man auf dieselbe Art beweisen, daß die in irgend einer Richtung fortgeschickten oder empfangenen Strahlen unverändert bleiben, so daß es unmöglich ist durch eine Zustandsveränderung der Flächen eine Störung in dem Gesetze der Strahlung zu bewirken. Diese Folgerung ist auf den von uns angenommenen Grundsatz gestützt: daß, wenn der ausgesandte Strahl r (welcher die Fläche, im Fall das Reflexionsvermögen Null ist, durchdringt) durch irgend eine Veränderung in der Oberfläche auf ar reducirt wird, der Theil des äußerlich einfallenden Strahles r , welcher durch diese Veränderung absorbiert wird, ebenfalls ar gleich wird.

Die erwähnte Folgerung würde aber nicht Statt finden, wenn das Vermögen Wärme nach einer gewissen Richtung auszusenden, nicht stets dem Vermögen gleich wäre, die in derselben Richtung einfallende Wärme zu absorbiren. Die Vertheilung der strahlenden Wärme in einem geschlossenen Raum wechselt mit dem Zustand der Flächen; nun ist diese Vertheilung stets dieselbe, weil das Gleichgewicht der Temperaturen bei jeglicher Natur der Flächen fort-

steht. Mithin beweist die allgemeine Thatsache des Gleichgewichtes der Temperaturen in einem geschlossenen Gefäße, daß bei gleicher Neigung die beiden Vorgänge der Emision und Absorbtion genau einander gleich sind.

Es folgt nothwendig aus dieser Gleichheit, daß die totale Wärmemenge, welche von irgend einem Elemente ω , einer der Flächen, in jeder Richtung ausgesandt oder reflectirt wird, z. B. in der Linie mo , nach erfolgter Veränderung der Fläche die nämliche bleibt wie zuvor. Sie ist siets der Menge gleich, welche ω in dieser Richtung ausfenden würde, wenn das Aussendungsvermögen von ω total wäre. Man kann die Wahrheit dieser letzten Behauptung erkennen, wenn man die Wirkung der aufeinander folgenden und unzählige Male wiederholten Reflexionen berechnet, welche der Strahl im Innern des Gefäßes erleidet. Der vorhergehende Beweis, welchen man in meinen Abhandlungen antrifft, macht diese Rechnung gänzlich überflüssig.

Man sieht gegenwärtig, was die physikalische Ursache ist, welche das Gleichgewicht der strahlenden Wärme ungeachtet der Zustandsveränderungen der Flächen erhält. Sie besteht in der nothwendigen Beziehung zwischen dem Vermögen die innere Wärme fortzufinden und die eins fallende zurückzuwerfen. Die mathematische Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen bei der strahlenden Wärme lehrt nicht allein die Gesetze dieses Gleichgewichts kennen, sondern sie zeigt uns auch als deren Ursachen: die gleichförmige Strahlung der erhitzten Molekel; die Auslöschung, welche die Wärme beim Hindurchge-

hen durch undurchsichtige Körper erleidet, und das Vorhandenseyn einer Kraft, welche sich gleichmässig dem Hinaustritt der inneren Strahlen und dem Eintritt der äusseren Strahlen widersetzt.

XIII.

Bei Gelegenheit des im vorhergehenden Artikel bewiesenen Lehrsatzes, bietet sich eine wichtige Bemerkung dar, ohne welche man sich eine sehr ungenaue Vorstellung von unserer Theorie machen würde. Ein Theil der innern Wärme, welche der Körper hinauszuwerfen trachtet, wird, wie wir gesagt haben, durch eine an der Oberfläche befindliche Kraft zurückgehalten, und die nämliche oder eine ihr gleichwerte Kraft bestimmt die Reflexion eines Theils der von umgebenden Körpern ausgesandten Wärme. Bezeichnet man nun mit r die Wärmemenge, welche das Element ω unter dem Winkel φ fortendet, wenn die Fläche von allem Wärmereflexionsvermögen entblößt wäre, so wird die ausgesandte Wärmemenge beim Vorhandenseyn dieser Kraft nur $a r$ seyn, und der Bruch a ist das Maas des Aussendungsvermögens. Bezeichnet man nun mit r' die Wärmemenge, welche ω unter der nämlichen Neigung φ empfängt, so wird der Theil der einfallenden Wärme, welcher wirklich in die Masse eindringt, nur $a r'$ seyn. Dieser letzte Bruch a ist gleich dem ersten; aber es folgt nicht, daß der Werth dieses Bruches der nämliche sey für alle Einfallswinkel. Wenn ein von dem ersten verschiedener Strahl auf das Element ω fällt, mit der Fläche einen andern Winkel φ' bildet und dieser die Wärme r'' zuführt, so dringt in die Masse

nur der Theil $\alpha' r'$ ein. Nun nehmen wir keineswegs an, daß der Bruch α' nothwendig dem vorhergehenden α gleich sey. Genaue, bei sehr verschiedenen Temperaturen und schiefen Neigungen gemachte Beobachtungen könnten uns allein belehren, ob der Bruch $1 - \alpha$, welcher das Reflexionsvermögen misst, mit dem Einsfallswinkel und der Temperatur veränderlich ist. Wie dem auch seyn mag und auf welche Art man diese experimentelle Aufgabe auch löse, so ist man doch befugt zu schließen, daß für eine bestimmte Temperatur c und für die nämliche Neigung φ die ausgesandte eigene Wärme, ar ist, wenn der von der einsfallenden Wärme r in die Masse eindringende Theil ebenfalls ar ist. In Wahrheit zeigen einige Versuche, daß, wenn die Temperaturveränderungen wenig beträchtlich sind, die Kraft des Zurückhaltens, und folglich auch die des Zurückwerfens, nahe die nämliche bleibt, und dies ereignet sich auch, wenn die Neigungen wenig von einander verschieden und nicht sehr klein sind. Jedoch sind diese Beobachtungen zu ungewiß und zu beschränkt, um einer mathematischen Folgerung als Grundlage dienen zu können.

XIV.

Wir wollen nun die Wirkung der wiederholten Reflexionen betrachten, die in dem Innern eines von allen Seiten geschlossenen, und in allen seinen Theilen gleiche Temperatur besitzenden Gefäßes, vor sich gehen. Diese Aufgabe ward schon von Hrn. Poisson (Annal. de Chim. et Phys. XXVI. p. 225) behandelt; es ist jedoch nicht ohne Nutzen denselben Gegenstand unter verschiedenen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Der Austausch entgegengesetzter Meinungen hat den Vortheil, die Aufmerksamkeit zu befestigen und neue Untersuchungen anzuregen.

Wir nehmen wie zuvor an, dass im Innern eines geschlossenen, luftleeren Gefäßes von konstanter Temperatur, sich ein oder mehrere Körper befinden, welche jetzt gemeinschaftliche Temperatur besitzen. Wir setzen auch voraus, dass die verschiedenen Theile der inneren Fläche des Gefäßes oder der von diesem eingeschlossenen Körper, ungleiches Vermögen besitzen die Wärme zu reflectiren. Es handelt sich alsdann um die Berechnung der totalen Wärmemengen, welche das Element ω , von einer der Flächen, nach einer gegebenen Richtung ausendet, sey es auf dem Wege der unmittelbaren Ausstrahlung oder auf dem der Rückwerfung.

Von dem Mittelpunkt m , (Fig. 11) einer unendlich kleinen Scheibe ω , ziehe man zum Punkte o die Gerade m,o , welche mit ω den Winkel φ , macht. Man lege eine Ebene durch die Gerade m,o und die im Punkte m , auf ω , senkrecht stehende Linie. In dieser Ebene und auf anderer Seite der Normale ziehe man durch den Punkt m , eine zweite Gerade m_1 , welche mit ω , einen Winkel gleich φ , bildet. Diese Gerade verlängert trifft im Punkte m_2 eine zweite Fläche mit dieser den Winkel φ_2 bildend. Man errichte im Punkte m_2 eine zweite Normale $m_2 n_2$ auf der Fläche des die Körper einschließenden Gefäßes, und lasse durch diese Normale $m_2 n_2$ und durch die zweite Gerade $m_2 1$ eine zweite Ebene gehen. In dieser zweiten Ebene und auf anderer Seite der Normale $m_2 n_2$ ziehe man eine dritte Gerade $m_2 2$, welche im Punkte

m_1 , mit der Fläche einen Winkel gleich φ_1 bildet, und diese Gerade verlängert trifft eine der Flächen im Punkte m_2 .

So fährt man beständig fort in den Punkten Normale zu errichten, in welchen verlängerte Gerade die Fläche des Gefäßes treffen. Man legt eine Ebene durch eine dieser Geraden und durch die zugehörige Normale, und zieht in dieser Ebene auf anderer Seite der Normale, eine neue Gerade, welche, indem der Reflectionswinkel gleich gemacht wird dem Einfallswinkel, in einem neuen Punkte der Fläche des die Körper umschließenden Gefäßes begegnet. Diese Construction stellt also den Lauf eines Strahles dar, welcher von o , nach Richtung om ausgehend, an den inneren Flächen folgweise in den Punkten $m_1 m_2 m_3 \dots m_{j-1} m_j$ zurückgeworfen wird; und umgekehrt schickt einer dieser Punkte, wie m_4 nach Richtung $m_4 3$, einen Strahl, welcher folgweise an den Oberflächen in den Punkten m_3, m_2, m_1 , reflectirt wird, folglich in o nach Richtung m_o anlangt. Eben so verhält es sich mit allen Punkten $m_2 m_3 m_j$, welche in die gebildete Reihe eintreten. Endlich ist es klar, dass die Linien, welche diese Punkte $m m_1 m_2$ vereinigen, im Allgemeinen nicht in einer Ebene liegen; in Fig. 11. find sie jedoch auf die Ebene der Figur zurückgeführt.

Wendet man die nämliche Construction auf jeden Punkt wie m , des ersten Elementes ω , an, so bildet man ein System von Strahlen, welche sämmtlich vom Punkte o ausgehen, und die, nachdem sie durch $\omega_1 \omega_2 \omega_3$ etc. von der Fläche des Gefäßes oder der Körper reflectirt sind, ein zweites Element ω_2 auf dieser Fläche

bedecken. Das System der von ω_2 reflectirten Strahlen wird an den Flächen von einem dritten Element ω_3 aufgefangen und so fort ins Unbestimmte. Was das erste Element ω_1 betrifft, so ist es unendlich klein angenommen, d. h. seine Ausdehnung nimmt immer fort ab und wird kleiner als jede gegebene Grösse.

Man bezeichne mit r die Wärmemenge, welche das Element ω_1 unmittelbar vom Punkte o aussendet würde, wenn an der Fläche dieses Elementes ω_1 , das Reflectionsvermögen Null, oder was gleich ist, das Aussendungsvermögen total wäre. Man nehme an, daß alle Flächen des Gefäßes und der Körper in demselben, ein gleiches vollständiges Emissionsvermögen besäßen und daß das Gleichgewicht der Temperaturen gebildet sey, dann ist die Wärme, welche der Punkt m , unter der Neigung φ , zum Punkte o aussendet, gleich der, welche der Punkt m_1 , unter der nämlichen Neigung φ , zum Punkte m_2 sendet und folglich ist sie auch gleich der Wärme, welche m_2 zu m_1 , in der entgegengesetzten $m_2 m_1$ aussendet (Art. 6 und 7). Jeder Strahl folglich, der von ω_1 ausgeht, und sich gegen den Punkt o richtet, entspricht einem gleichwertigen Strahl den ω_2 zu ω_1 sendet und zwar unter einer solchen Richtung, daß wenn derselbe von ω_2 reflectirt wird, er zum Punkte o gelangt. Die Summe dieser letzten Strahlen ist also gleich r .

Wenn das Emissionsvermögen von ω_1 nicht vollständig ist, so wirft dieses Element nicht mehr den totalen Strahl r gegen den Punkt o sondern nur αr . Der Bruch α , drückt das Emissionsvermögen von ω_1 für die Neigung φ , aus, und wenn die Emission an der Fläche ω_2 nicht vollständig ist, so ist auch die

Summe der Strahlen, welche ω_2 nach ω , sendet und die, wenn sie im Punkte o angelangt wäre, von ω , zurückgesendet würde, nicht mehr gleich r , sondern nur gleich $\alpha_2 r$; den Bruch α_2 als Maass des Emissionsvermögens von ω_2 unter dem Winkel φ_2 betrachtet.

Auf gleiche Art beweist man, dass wenn
bezeichnen $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_j$
die Emissionsvermögen an der Fläche

der Elemente $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_j$
für die Neigungen $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \varphi_j$
als dann die Grösse $\alpha_j r$ die totale Wärmemenge bezeichnet, welche zum Elemente ω_j hinaustritt und auf das vorhergehende Element in solchen Richtungen fällt, dass sie durch die Wirkung der folgweisen Reflexionen, zum Punkte α gelangt.

XV.

Man berechne hierauf die totale Wärmemenge, welche das Element ω_1 , entweder direct oder reflectirt zum Punkte o fortsendet, und untersuche ob diese Wärme gleichwertig ist mit r ; denn da die Rechnung dieses Resultat liefert, so wird das Gesetz der Strahlung beobachtet seyn. Ein erster Theil dieser von ω_1 zum Punkte o gesandten totalen Wärmemenge ist derjenige, welcher durch dieses Element aus dem Innern der Masse selbst hinaustritt. Er ist gleich $\alpha_1 r$ und indem man ihn mit r vergleicht, so sieht man, dass er von diesem um die Grösse $(1 - \alpha_1) r$ verschieden ist. Nun wirfst das Element ω_2 auf ω_1 , einen eigenen Wärmestrahl, ausgedrückt durch $\alpha_2 r$, welcher sich, nachdem er von ω_1 reflectirt ist, auf $\alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ reducirt.

Mithin führen die von ω_1 und ω_2 ausgehenden und auf den Punkt o fallenden Strahlen eine Wärmemenge mit sich, die durch $\alpha_1 r + \alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ ausgedrückt ist. Diese Summe ist keinesweges gleich r ; aber die Differenz, die $(1 - \alpha_1) r$ betrug, wenn man nur den von ω_1 ausgehenden Strahl in Rechnung zog, ist um die von ω_2 ausgesandte Grösse $\alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ vermindert. Sie wird $(1 - \alpha_1) r - \alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ oder $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$, weil der Factor $(1 - \alpha_1) r$, den beiden mit einander verglichenen Gliedern gemein ist. Ueberdies schickt das Element ω_3 nach ω_2 einen Strahl $\alpha_3 r$, welcher, nachdem er von ω_3 und darauf von ω_2 reflectirt ist, sich auf $\alpha_3 (1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$ reducirt. Nimmt man mithin Rückicht auf diesen dritten von ω_3 ausgehenden Strahl, und vergleicht stets die Summe der von dem Punkt o empfangenen Wärmemengen, mit der Grösse r , so sieht man, daß die Differenz, welche $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$ betrug, noch geringer wird. Sie ist $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3) r$. Im Allgemeinen ist die Summe der Wärmemengen, welche zu einer beliebigen Anzahl von Elementen $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ hinaustreten und mittelst der wiederholten Reflexionen von ω_1 nach o gelangen, von dem totalen Werte r um eine Grösse verschieden, die gleich $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) \dots (1 - \alpha_j) r$ ist; d. h. um das Product dieses totalen Wertes r mit allen den Brüchen, welche nach den folgweisen Neigungen $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_j$ das Zurückwerfungsvermögen derjenigen Flächen messen, zu denen die Wärme hinausgegangen ist. Dieser einzige Satz reicht hin alle Wirkungen der folgweisen Reflexionen zu erklären.

Man sieht, daß die Berechnung dieser Wirkun-

gen ganz allein aus der Anwendung der gewöhnlichen Regeln der Catoptrik besteht, in Verein mit dem in unserem vorhergehenden Abhandlungen bewiesenen Satze, der genauen Gleichheit des Emissions- und Absorptions - Vermögen, nach einer bestimmten Richtung.

Wenn eine der Zahlen $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_i$ der Einheit gleich ist, d. h. wenn eine der Flächen das Reflexionsvermögen Null besitzt, so erhellt, dass der vom Punkte o empfangene Strahl vollständig ist, da die Differenz dieses Strahles mit dem totalen Werthe r Null ist. In diesem Falle ist die Zahl der Reflexionen begrenzt.

Wenn aber keine der Flächen ein der Null gleiches Reflexionsvermögen besitzt, so ist das Product $(1-\alpha_1)(1-\alpha_2)(1-\alpha_3) \dots$ aus einer Unzahl von Factoren gebildet, welche das Reflexionsvermögen der Flächen $\omega_1 \omega_2 \omega_3 \dots$ unter den Neigungen $\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \dots$ messen. Man wird versichert seyn, dass dies Product Null ist, wenn es eine unendliche Zahl dieser Factoren $(1-\alpha_1)$; $(1-\alpha_2) \dots$ etc. giebt, von denen jeder kleiner ist, als eine bestimmte, weniger als Eins betragende, Grösse; denn dies Product wird kleiner seyn als eine ganze Potenz A^i des Bruches A , wie gross auch der Exponent i ist. Man kann demnach beweisen, dass dies Product geringer ist, als jede gegebene Grösse; was nur in Bezug auf eine der Null gleichen Grösse bewiesen werden kann. Man nehme nun als eine sichtbare Folge der Natur aller Körper an, dass das Reflexionsvermögen unter keiner Neigung total werden kann, so dass der grösste der Factoren $(1-\alpha_1)$;

$(1 - \alpha_1)$; $(1 - \alpha_2)$; . . . in diesen Fällen eine bestimmte Zahl δ sey, kleiner als Eins. Man schließt daraus mit Gewissheit, daß das Product dieser Factoren Null ist. Mithin ist die Summe der directen oder reflectirten Strahlen, welche ω , zum Punkte o sendet, gleich dem totalen vorher mit r bezeichneten Werth.

Dieser Schluss ist streng, wenn man annimmt, daß das Reflexionsvermögen niemals Null seyn kann. Denkt man sich aber einen solchen Zustand der Flächen, daß für gewisse Incidenzen, die Reflexion vollständig wäre, so würde das Product der Factoren $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3) \dots$ keinesweges Null seyn. Alsdann wird die Summe der von $\omega_1 \omega_2 \omega_3$ ausgesandten und auf o fallenden Wärmemengen nicht r gleich seyn. Es folgt daraus jedoch nicht, wie man sehen wird, daß das Gesetz der totalen Strahlung nicht aufrecht erhalten sey. Es ergiebt sich daraus nur eine besondere und rein mathematische Ausnahme, analog derjenigen, welche das nicht stabile Gleichgewicht in den mechanischen Theorien macht. Ehe wir diese Aufgabe untersuchen, wollen wir eine Bemerkung hinzufügen, die sehr geeignet ist, die Wirkung der folgweisen Reflexionen deutlich zu machen.

XVI.

Man nehme an, daß der Punkt o , eine mit r zu bezeichnende Wärmemenge nach ω , sende, und daß dieser totale Strahl folgweise von den Elementen $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_j$ reflectirt werde. Nach diesen Reflexionen, deren Anzahl bestimmt und gleich j ist, reducirt sich der VWerth des Strahles auf:

$$(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3) \dots (1 - \alpha_j)$$

Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem im vorhergehenden Artikel, so sieht man, dass die Summe der Strahlen, welche zu $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_j$ hinaustreten, und mittelst der folgweisen Reflexionen auf den Punkt o fallen, von dem totalen Werthe r um eine Grösse abweicht, die genau gleich der eines gleichwerthigen Strahles r ist, welcher von o ausgehend, an den nämlichen Flächen $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_j$ successive Reflexionen erlitten hat. Dieser Satz ist wahr, für jede Anzahl von Reflexionen; er zeigt uns, dass die vom Punkte o empfangene Wärmemenge, sich in dem Maasse unaufhörlich dem totalen Strahl r nähert, als sie sich aus einer grösseren Zahl von Theilen, die zu $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_j$ hinaustreten, bildet. Betrachtet man hier nur die physikalischen und messbaren Resultate, so kann man nicht zweifeln, dass dieser von o ausgehende Wärmestrahl durch die fortwährenden Reflexionen an den Flächen $\omega_1, \omega_2, \dots \omega_j$ zuletzt gänzlich unmerkbar werde. Dieser stufenweise erlöschende Strahl ist nun jedesmal genau das Complement der Wärmemenge, welche auf entgegengesetztem Wege, sich in ω , vereinigt und zum Punkte o gelangt. Die Summe der Strahlen, welche ω , nach diesem Punkte o sendet, ist also dem vollständigen, mit r bezeichneten, Werthe gleich.

Diesen Lehrsatz aufstellen, heißt mit andern Worten, dass ein Wärmestrahl, der unendlich wiederholte Reflexionen erleidet, stufenweise und gänzlich erloscht. Man kann auch unmittelbar und ohne alle Rechnung die Identität dieser beiden Sätze erkennen, und dies würde die einfachste Art seyn die Wirkung

der folgweisen Reflexionen zu beweisen; ich habe jedoch der Rechnung den Vorzug gegeben.

XVII.

Es bleibt nun noch zu betrachten übrig, was sich ereignet, wenn man den Zustand einer Theile der Oberfläche dergestalt verändern könnte, dass für gewisse Einfallswinkel das Zurückwerfungsvermögen total würde. Die Untersuchung dieser Aufgabe führt zu einem merkwürdigen Schluss.

Wenn alle Flächen des Gefäßes und der Körper in demselben mit einem vollständigen Emissionsvermögen begabt wären, so würde die Wärme, welche von den festen, in einer kleinen Tiefe unterhalb der Oberfläche liegenden Molekülen ausgesandt wird, wie im Artikel VIII. bewiesen ist, dem Strahlungsgesetze des Art. VII. unterworfen seyn und das Gleichgewicht der Temperaturen sich von selbst erzeugen. Wenn es errichtet ist, so schickt ein Element ω , nach einer bestimmten Richtung, z. B. unter der Neigung φ , eine Wärmemenge gleich r aus. Wenn jetzt in dem Zustande der Flächen $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ irgend eine Veränderung eintritt, so ist es gewiss, (Art. XII.) dass die von ω , zum Punkte o gesandte Wärmemenge stets gleich r bleibt; aber sie besteht nicht bloß, wie zuvor, aus der Wärme, die zu ω , hinaustritt, sondern aus verschiedenen Theilen. Der erste von ihnen ist derjenige, welcher von ω , im eigentlichen Sinne, ausgestrahlt wird. Ein zweiter Theil besteht aus den Wärmemengen, welche zu $\omega_2 \omega_3 \omega_4 \dots$ hinaustreten, und nach geschehener folgweiser Reflexion auf ω , anlangen, von welchem sie zum Punkte o übergehen.

Wir haben durch $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ die Brüche bezeichnet, welche das Emissionsvermögen der Flächen $\omega_1 \omega_2 \omega_3 \dots$ für die respectiven Neigungen ausdrücken. Will man die Vertheilung dieser Brüche als gänzlich willkührlich betrachten, so geschieht es in unendlich vielen Fällen, dass die Summe der zu $\omega_1 \omega_2 \omega_3 \dots$ hinaustretenden und im Punkte o anlangenden Wärmemengen, nicht gleich r ist. Die Vertheilung von $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ für welche dieses keinesweges Statt hat, sind leicht zu bezeichnen. Da man indess im Art. XII. bewiesen findet, dass eine beliebige Zustandsveränderung der Flächen, die totale von ω , zum Punkte o gesandte Wärmemenge nicht verändert und dieser Beweis für alle, den Brüchen $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ etwa beigelegten Vertheilung seine Anwendung findet; so könnte man fragen, wie es geschieht, dass die totale auf den Punkt o übergehende Wärmemenge ebenfalls noch gleich r sey, obgleich die Summe der von $\omega_1 \omega_2 \omega_3 \dots$ ausgehenden und im Punkte o anlangenden Wärmemenge, weniger als r beträgt. Um diese Aufgabe mit Klarheit zu lösen, ist zu merken, dass in dem bevorstehenden Falle die totale Wärmemenge, welche der Punkt o empfängt, einen dritten Theil einschliesst, nämlich diejenige Wärme, welche im Gefäse bleibt, in welchem sie fortlaufende Reflexionen erleidet. Diese Wärme fügt sich der von den Elementen $\omega_1 \omega_2 \omega_3 \dots$ ausgestrahlten hinzu; sie ergänzt die Wärme, welche der Punkt o erhält und macht sie gleich r . Denn lässt man eine solche Beschaffenheitsveränderung der Flächen zu, dass unter gewissen Neigungen ein totales Zurückwerfungsvermögen möglich ist, so räumt man hierdurch auch ein, dass die in dem Gefäse verbreit-

tete Wärme fortdauernd zwischen den betrachteten Elementen umher kreise, weil diese unter den nämlichen Winkeln dem totalen Zurückwerfungsvermögen unterworfen ist.

Es ist unnöthig diese Bemerkung weiter zu entwickeln; man kann die Wahrheit derselben erweisen, wenn man dem Gefäße eine bestimmte Form giebt, wie z. B. die einer Kugel oder eines Ellipsoides.

Wenn also die Brüche $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$ den Bedingungen Genüge leisten, welche das unbegrenzte Product $(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2)(1 - \alpha_3) \dots$ nothwendig Null machen; so ist die Summe der von ω , zum Punkte o gesandten Wärmemengen gleich r , wie früher, vor der Zustandsveränderung der Oberfläche. Wenn es physikalisch unmöglich wäre, dass die Werthe der Brüche $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ dieses Product Null machten, so könnte es dennoch geschehen, dass die Summe der erhaltenen Wärmen gleich r würde. Es ist mathematisch nicht nöthig, dass das Product aller Factoren Null sey, um das Gesetz der Strahlung nach veränderter Beschaffenheit der Oberfläche aufrecht zu halten.

Sieht man ab von dieser erhaltenen Wärme, so bildet man sich die Idee eines rein rationalen Falles, in welchem die Oberflächen mit einem für gewisse Einfallswinkel vollkommenen Reflexionsvermögen begabt sind, und ein im Innern des Gefäßes befindlicher Körper nicht gleiche Wärmemengen nach allen Richtungen empfängt; dieser Fall ist mathematisch nicht unmöglich, wohl aber ist er es in physikalischer Hinsicht.

Selbst wenn man annimmt, dass das Reflexionsvermögen für gewisse Einfallswinkel Null sey, würde die erhaltene Wärme dennoch die Vertheilung gleich-

förmig machen, und die Menge dieser erhaltenen Wärme, durch welche die Dichte homogen wird, könnte, weil es nur ein einzig mögliches Gleichgewicht giebt, nicht vermehrt oder vermindert werden. Wie dem auch sey, und unabhängig von jeder Betrachtung über die Beständigkeit oder Veränderlichkeit des Reflexionsvermögens, oder die Wirkung unzählig oft wiederholter Reflexionen, ist es streng bewiesen, dass keine mögliche Beschaffenheitsveränderung der Oberfläche weder das Gleichgewicht, noch die totale von jedem Element ausgesandte Wärmemenge abändern kann. Der hier erwähnte Lehrsatz stützt sich auf einen einfachen, von aller Dunkelheit befreiten Beweis, welcher nicht die Berechnung der wiederholten Reflexionen voraussetzt. Man sieht gegenwärtig, weshalb die Beweisform den Vorzug verdient, welche in dem Art. XII. dieser Abhandlung beigebracht ist.

XVIII.

(Der Verfasser widerlegt und berichtigt in diesem Artikel mehrere Punkte der zuvor erwähnten Abhandlung des Hrn. Poisson, die zwar für die Theorie nicht unwichtig sind, hier aber, als nicht unmittelbar dem Zweck der gegenwärtigen Abhandlung angehörend, einer künftigen Berücksichtigung vorbehalten seyn mögen. (P.)

XIX.

Die Sätze, welche in dieser Abhandlung bewiesen wurden, machen die mathematische Theorie der strahlenden Wärme aus; sie entspringen sämmtlich aus der Betrachtung des Gleichgewichtes, welches sich

im Innern eines abgeschlossenen und auf konstanter Temperatur gehaltenen Raumes herstellt. Ich habe dieses zuerst in einem Zusatze meiner Abhandlung von 1807 über die Fortpflanzung der Wärme, und hierauf im zweiten Theile meiner Abhandlung von 1811 entwickelt. Die hieher gehörigen experimentellen Untersuchungen wurden in früherer Zeit von Lambert, Pictet, Prevost, Leslie und Rumford, so wie später unter anderen von Berard, La Roche, Petit und Dulong vorgenommen; letzteren beiden verdankt man auch eine theoretische Untersuchung.

Dass die Wärmemenge, welche ein unendlich kleines Flächenelement nach verschiedenen Richtungen aussendet, proportional ist dem Sinus des Winkels dieser Richtungen mit dem Flächenelement, hatten schon mehrere Physiker aus Beobachtungen geschlossen. Die mathematische Theorie hat diesen Satz bestätigt und gezeigt, dass er eine nothwendige Folge des Gleichgewichts der Temperaturen in einem von allen Seiten abgeschlossenen Raum ist.

Aus der letzteren Thatprobe hat die Analysis das **Gesetz der Strahlung** abgeleitet, auch hat man durch sie die physikalischen Ursachen aufgefunden, welche dies Gesetz bestimmen. Nämlich: 1) die Eigenschaft eines jeden Molekels im Innern einer festen Masse, nach allen Seiten Strahlen von gleicher Intensität auszusenden. 2) die allmähliche Auslöschung dieser Strahlen, wenn sie im Innern der Masse ein gewisses unendlich kleines Intervall durchlaufen haben. 3) die Gleichheit an der Oberfläche, zwischen dem Vermögen die innere Wärme nach irgend einer Richtung

auszusenden und dann die äußere, in gleicher Richtung einfallende, zu verschlucken.

Die Frage, ob dies Vermögen Wärme fortzuschicken und sie zu verschlucken, mit der Richtung und der Temperatur veränderlich sey, ist keinesweges durch die Betrachtung des Gleichgewichtes entschieden. Ihre Beantwortung erhält man durch sehr genaue und vielfach abgeänderte Versuche über das Erkalten der Körper in verschlossenen und luftleeren Gefäßen. Jede Beobachtung dieser Art hat den Vortheil, eine Reihe von Thatfachen zu umfassen, die sich auf verschiedene Temperaturen beziehen. Man kann für den gegenwärtigen Zustand unserer physikalischen Kenntnisse nicht behaupten, daß die innere, das nämliche Flächenelement in verschiedenen Richtungen nach Außen durchstreichende Wärme, geradesweges dem Sinus der Neigung proportional sey; wohl ist es aber gewiss, daß für eine und dieselbe Richtung die beiden Vorgänge der Wärmeaussendung und Wärmeverschluckung genau einander gleich sind.

Die mathematische Theorie der strahlenden Wärme begreift bis jetzt nur die Statik der Wärme; sie ist viel weniger ausgedehnt, als die der Wärmefortpflanzung in festen Körpern, aber sie hat den Vortheil sehr einfach zu seyn und nur die Elemente der Analysis zu erfordern, während die Gesetze der letzteren durch Differenzialgleichungen ausgedrückt werden.

Aus der dritten der vorher angegebenen Eigenchaften folgt, daß das Gleichgewicht bei der strahlenden Wärme in einem verschlossenen Gefäße durch keine Zustandsveränderung der Oberflächen gestört wird. Die totale Wärmemenge, welche ein Flächen-

element des Gefäßes vor und nach geänderter Beschaffenheit desselben, auf einen Punkt des innern Raumes sendet, ist die nämliche. Die von diesem Punkt erhaltenen Wärme besteht 1) aus der, welche zu jenem Flächenelement hinaus gesandt, und 2) aus der, welche von jenem zurückgeworfen ward. Man kann in diesem zweiten Vorgange das Erzeugniß einer einmaligen oder beliebig oft wiederholten Reflexion unterscheiden. Es ist leicht die Werthe dieser partiellen Wirkungen auszudrücken und einzusehen, daß ihre Summe gleich ist einem Strahl, der in dem Falle einer völligen Abwesenheit des Reflexionsvermögens, von diesem Elemente ausgesandt wird. Jedoch würde diese Gleichheit nicht Statt finden, wenn das Reflexionsvermögen für gewisse Einfallswinkel total werden könnte. Man darf aber daraus nicht schließen, daß, für diesen Fall, eine Zustandsveränderung der Oberflächen das Gleichgewicht der strahlenden Wärme störe und die Strahlen ungleich mache, welche ein Punkt des Raumes nach verschiedenen Richtungen empfängt; denn die Gleichförmigkeit in der Vertheilung wird durch diejenige Wärme aufrecht erhalten, welche im Innern des Gefäßes den fort dauernden Reflexionen unterworfen ist.

III.

*Untersuchung des in der Gegend von Clausthal
vorkommenden Selenbleyes;*
von den
HH. Hofräthen STROMEYER und HAUSMANN *).

Das untersuchte Erz ist vor einer Reihe von Jahren auf der zum Burgstädter Zuge gehörigen Grube *Lorenz* bei Clausthal in Verbindung mit Braunspath vorgekommen, und damals schon von dem, um die Kunde der mineralischen Produkte sehr verdienten, Hrn. Bergprobirer Bauersachs beachtet worden. Da es dem Glase eine sinalte blaue Farbe ertheilt, so vermutete derselbe darin einen Kobaltgehalt und belegte es mit dem Namen *Kobaltbleyerz*. Als solches wurde es von dem Hrn. Hofrath Hausmann in den Norddeutschen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde III. 120 beschrieben und demnächst im Handbuche der Mineralogie I. 185 aufgeführt.

Dieß Erz, von dem die HH. Hofräthe Stromeyer und Hausmann der K. Societät der Wissenschaften (unter dem 23 Jan. 1825) die mineralogische und chemische Untersuchung übergeben, ward dem letzteren von dem

*) Entlehnt aus den Gött. gelehrt. Anzeig. No. 34. 1825, welche dem Herausgeber vom Hrn. Hofr. Stromeyer gütigst überfandt wurden.

Hrn. Bergprobirer Bauersachs mit der Bemerkung zugefandt, daß dasselbe im Feuer einen Gehalt von *Selenium* offenbare. Bei weiteren Versuchen bestätigte sich nicht nur diese Entdeckung, sondern es ergab sich auch durch die von Hrn. Hofrath Stromeyer vorgenommene vollständige Analyse, daß es seinen Hauptbestandtheilen nach *Selenbley* ist, welche Substanz bisher noch nicht im Mineralreiche bekannt war.

Aeußerlich hat das *Selenbley* die mehrste Aehnlichkeit mit kleinspeisigem Bleyglanz; aber die Farbe zeigt eine bestimmte Verschiedenheit, indem das lichte, frische Bleygran jenes Erzes mehr noch als bei dem Wasserbley in das Blaue sticht. Obgleich der Körper eine deutliche Anlage zur Krystallisation besitzt, so ist es bis jetzt nicht möglich gewesen, die Beschaffenheit derselben zu bestimmen. Die kleinen, höchstens $\frac{1}{2}$ Linie messenden, bald locker zusammengehäuften, bald eingesprengten, krystallinischen Theile, scheinen hin und wieder quadratische, auch wohl dreieckige Flächen darzustellen; ob aber die regelmäßige Form mit der des Bleyglanzes übereinstimmt oder nicht, läßt sich vor der Hand nicht entscheiden. Dasselbe gilt vom blättrigen Gefüge. Ein mehrfacher Blätterdurchgang scheint vorhanden zu seyn. Das Erz hat ein krystallinisch-, klein- und feinkörniges Absonderungsanschein, mit metallischem Glanze der nicht sehr glatten, unter der Loupe oft gekörnt erscheinenden Absonderungsflächen. Es ist in etwas höherem Grade weich wie Bleyglanz; milde; etwas abfärzend; gestrichene oder geriebene Stellen sind metallisch glänzend. Das eigenthümliche Gewicht ist nach der Bestimmung des Hrn. Hofr. Stromeyer bei $10,5^{\circ}$ C. und

0,740m Barom. = 7,697. Isolirt gerieben wird es, nach den von dem Hrn. Hofr. Hausmann damit angestellten Versuchen, gleich dem Bleyglanze, negativ elektrisch.

Vor dem Löthrohre auf der Kohle zersetzt sich das Selenbley überaus leicht. Es entwickelt einen starken Geruch nach faulen Rüben und bildet schnell einen braunrothen, leicht wieder zu verblasenden Beschlag. Später erzeugt sich ein gelber Bleoxyd-Beschlag in der näheren Umgebung des sich zugleich reducirenden Bleyes. Indem die Flamme auf das Erz spielt, zeigt sich an diesem ein hellblauer Schein. Boraxglas erhält durch das Erz eine blasser Smaltefarbe.

Wird dasselbe in einer Glasmöhre über einer Spirituslampe erhitzt, so sublimirt sich fast augenblicklich aus demselben Selen, welches die Glasmöhre mit seinem eigenthümlichen widrigen Geruch erfüllt, und die Wände derselben mit einem leichten braunrothen gefärbten Sublimat bekleidet. Fährt man mit dem Erhitzen fort bis zum Glühen der Röhre, so kommt das Erz in Fluss, ohne sich aber weiter merkbar dabei zu verändern. Während des stärkern Glühens der Röhre verliert sich indessen allmählig der anfangs abgesetzte braunrothe Sublimat. Dafür erscheint aber nun ein weißer in Nadeln kryallifirter Sublimat, der bei fortgesetztem Erhitzen sich nach und nach vermehrt, und erst beim Erkalten der Glasmöhre zeigt sich wieder ein leichter Anflug des ersten braunrothen Sublimats unterhalb dem weißen. Dieser weiße Sublimat zieht aber nach einiger Zeit Feuchtigkeit an, und sängt an etwas zu zerfliessen. Derselbe röhret Lackmuspapier sehr stark, und wird durch Schwefel-

Wasserstoffsaure gelb und durch schweflige Säure roth gefärbt. Verhält sich also völlig wie Selenäsüre.

So oft das Erz hierauf von neuem wieder erhitzt wird, findet jedesmal eine abermalige Entbindung von Selen und Verbrennung desselben zu Selenäsüre wieder Statt.

Salpetersäure von der Stärke des gewöhnlichen einfachen Scheidewassers wirkt auf dieses Bleyerz schon in der Kälte ein, und dasselbe nimmt, wenn es längere Zeit damit in Berührung erhalten wird, eine dunkel zinnoberrothe Farbe an, indem sich das darin enthaltene Selen, während das Bley sich allmählig auflöst, in Substanz ausscheidet, und die noch unzersetzte Miner einhüllt. Mit Unterstützung der Wärme löst die Salpetersäure dieses Erz schnell und vollständig auf, wobei sich anfangs Selen in Gestalt rother Flocken abscheidet, die aber bald ihre rothe Farbe verlieren, bräunlich werden, und nach und nach verschwinden. Beim Auflösen grösserer Mengen des Erzes vereinigen sich die ausgeschiedenen Selenflocken auch wohl zu einer Masse, die sich als ein bräunlich gefärbter Schaum auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammelt und dieselbe zuweilen gleich einer Oelhaut auf kurze Zeit bedeckt.

Die salpetersaure Auflösung dieses Bleyerzes hat eine blaß röthliche Farbe, welche, wie die mit derselben angestellten Versuche ausweisen, wirklich von einem geringen, schon durch die Löthrohrsversuche in demselben wahrgenommenen, Kobaltgehalte herrührt. Ausser Kobalt ist aber in der Auflösung des reinen Erzes kein anderes Metall, als Bley enthalten. Auch ergab die Prüfung desselben mit salpetersaurem

Baryt, daß kein Schwefel in dieser Miner vorkomme. Dagegen gaben schweflige Säure und schwefligsaure Salze, so wie auch Schwefel-Wasserstoffsäure, phosphatische Säure und salzaures Zinnoxydul einen sehr bedeutenden Selengehalt in derselben zu erkennen, und bestätigten dadurch vollends die schon aus dem zuvor angeführten Verhalten dieses Erzes höchst wahrscheinlich gewordene Meinung, daß dasselbe eine natürliche Verbindung des Selens mit dem Bley sey.

Da das Vorkommen von Kobalt in diesem Erze vermuthen ließ, daß sich dieses Metall vielleicht als Speiskobalt darin befindet, so wurde diese Miner noch besonders auf einen Arsenikgehalt untersucht. Aber weder beim Verblasen desselben vor dem Löthrohre, noch bei der Behandlung der vom Bley und Selen befreiten Auflösung derselben mit Schwefel-Wasserstoffgas, konnte irgend eine Spur von Arsenik darin aufgefunden werden.

Zur Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der Bestandtheile dieses Bleyerzes wurde dasselbe zuerst, da es unmöglich war den damit verwachsenen Braunschmid und Quarz völlig davon zit trennen, mit höchst verdünnter Salpetersäure übergossen, und damit so lange in der Kälte in Berührung erhalten, bis aller demselben beigemengte Braunschmid aufgenommen worden war, welches leicht aus dem Aufhören der während dem Auflösen des Braunschmids statt findenden lebhaften Effervescenz zu erkennen war, worauf das hinterbliebene Erz, nachdem es durch wiederholtes Abspülen von der ersten Auflösung auf das sorgfältigste getrennt worden war, in mäßig starker Salpetersäure mit Unterstützung der Wärme aufgelöst wurde. Nach

Absonderung des dabei zurückgebliebenen Quarzes wurde nun aus dieser Auflösung zuerst das Bley mittelst Schwefelsäure gefällt. Damit indessen kein selenfares Bley mit niedersanken konnte, wurde diese Fällung nicht allein in der Wärme vorgenommen, sondern der Niederschlag auch noch eine Zeit lang mit der Flüssigkeit im Kochen erhalten, ehe man denselben auf ein Filter sammelte. Nach Entfernung des Bleyes wurde die Auflösung in die Enge gebracht, und das Selen daraus durch schwefligsaures Ammoniak und schweflige Säure gefällt. Nachdem auch dieses vollständig daraus niedergeschlagen und durch Filtration geschieden worden war, wurde zuletzt aus der hinterbliebenen Flüssigkeit der Kobalt durch schwefelwasserstoffsaures Ammoniak abgeschieden.

Hierauf wurde nun ebenfalls aus der zuerst erhaltenen salpetersauren Auflösung das von dieser Säure mit aufgenommene Bley durch Schwefelsäure niedergeschlagen, und nachgehends auch zur Ausmittelung der Menge des dem Erze beigemengt gewesenen Braunsparths der aus demselben aufgenommene Gehalt an Kalk, Talkerde, Manganoxyd und Eisenoxyd unter Anwendung der bekannten Verfahrungsarten geschieden und bestimmt.

Auf diese Weise sind aus 1,814 Grm. dieses Bleyerzes, denen 0,013 Grm. Quarz und 0,161 Grm. Braunsparth beigemengt waren, und die also nur aus 1,640 Grm. reinem Erz bestanden, erhalten worden:

1,702 Grm. schwefelsaures Bley

0,450 - Selen, und

0,038 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

In einem andern Versuche lieferten 1,364 Grm. die-

fes Erzes, werin 0,0125 Grm. Quarz und 0,0795 Grm. Braunspath enthalten waren:

1,3275 Grm. schwefelsaures Bley
 0,354 - Selen, und
 0,019 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

Bei abermaliger Wiederholung dieser Analyse mit 1,405 Grm. Bleyerz, bei welcher aber die Menge an außerwesentlichem Quarz und Braunspath nicht bestimmt, und das Selen diesmal durch Schwefel-Wasserstoff niedergeschlagen worden ist, wurden erhalten:

1,313 Grm. schwefelsaures Bley
 0,653 - Schwefel-Selen, und
 0,018 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

Nimmt man nun den Gehalt des schwefelsauren Bleyes in 100 Theilen zu 68,285 Theilen Bley, den des Schwefel-Kobalts im Maximo zu 48,0 Kobalt und den des Schwefel-Selens zu 55,3 Selen an, und sieht das bei der letzten Analyse an der Summe des angewandten Erzes Fehlende für Quarz und Braunspath an, so sind diesen Untersuchungen zu Folge in 100 Theilen dieses Bleyerzes enthalten:

| | Nach Analyse I. | II. | III. |
|------------------|-----------------|--------|---------|
| Bley | 70,854 | 71,265 | 70,813 |
| Kobalt | 1,097 | 0,708 | 0,672 |
| Selen | 27,988 | 27,830 | 28,515 |
| | 99,939 | 99,803 | 100,000 |

Oder dasselbe besteht in 100 Theilen, nach einem Mittel aus diesen drei sehr gut mit einander übereinstimmenden Analysen, aus:

| | |
|------------------|-------|
| Bley | 70,98 |
| Kobalt | 0,83 |
| Selen | 28,11 |
| | 99,92 |

Die Bestandtheile dieses Erzes sind demnach ganz in dem Verhältnisse ihrer Aequivalente mit einander verbunden, und die Menge des darin vorkommenden Selens entspricht nicht allein dem Bleygehalte desselben, sondern auch dem des Kobalts, und dieses Metall ist folglich in dieser Miner ebenfalls als ein Selenmetall enthalten. Auch befindet sich das Selen in diesem Erze mit dem Bley in einem ganz ähnlichen Verhältnisse verbunden, wie der Schwefel mit diesem Metall in dem Bleyglanze. Die Mischung dieses natürlichen Selenbleyes ist nämlich so beschaffen, daß wenn beide Bestandtheile oxygenirt und in Bleoxyd und Selenäsüre unverändert werden, sie neutrales selenfares Bley geben. Und so wie sich daher zuweilen durch Zersetzung von Bleyglaenz Bleyvitriol bildet, so könnte auch wohl auf ähnliche Weise selenfaures Bley aus dem Selenbley entstehen. Man wird demnach auf das Vorkommen einer solchen Verbindung an Orten, wo Selenbley sich findet, zu achten haben.

Wir nehmen diese Gelegenheit wahr, die Anzeige von einer der Königlichen Societät der Wissenschaften in der Versammlung am 3. April vorigen Jahres von Herrn Hofrath Stromeyer mitgetheilten Notiz über eine neue von ihm in dem Salmiak der Liparischen Insel Vulcano entdeckte natürliche Selenverbindung nachzuholen, deren Verfärbung dadurch veranlaßt worden ist, daß der Hr. Hofr. Stromeyer wünschte auch zugleich von einer andern in diesem Salmiak noch vorkommenden Substanz Nachricht zu ertheilen.

Unter den vulkanischen Produkten dieser Insel kommt ein mit sublimirtem Schwefel gemengter Sal-

mjak vor, der schichtweise sich durch eine auffallend bräunlich orangegelbe Farbe anszeichnet, die ihm ganz das Ansehen von eisenhaltigen Salmiakblumen giebt. Da dieser Salmiak indessen keinen eisenhaften Geschmack besitzt, und auch an der Luft nicht merkbar Feuchtigkeit anzieht, so wurde die anfangs gehalte Vermuthung, dass derselbe wirklich eisenhaltig sey, und die eigenthümliche Farbe desselben von beigemengtem salzsauren Eisenoxyd herrühre, zweifelhaft, und veranlasste denselben einer näheren Prüfung zu unterwerfen.

Schon bei der Behandlung dieses Salmiaks mit Wasser ergab sich die frühere Meinung, dass derselbe natürlicher eisenhaltiger Salmiak sey, nun vollends als irrig. Beim Auflösen desselben in Wasser schied sich nämlich nicht allein der eingemengte Schwefel aus, sondern es hinterblieb auch noch eine andere Substanz, welche dieselbe bräunlich orangegelbe Farbe besaß, durch welche sich der Salmiak in seinem natürlichen Zustande gerade auszeichnete. Die erhaltene Auflösung war dagegen farbelos, und lieferte auch beim Verdunsten ein vollkommen ungefärbtes Salz. Außerdem reagirte diese Auflösung nur sehr schwach sauerlich, wie solches gemeiniglich auch bei dem künstlich sublimirten Salmiak der Fall ist, und weder Gallapfelauszug noch Blutlaugensalz und schwefelblausaures Kali bewirkten darin eben so wenig als Ammoniak irgend eine Veränderung; aus welcher man auf einen Eisengehalt hätte schliessen können. Hingegen verursachte Schwefel-Wasserstoff in derselben einen ziemlich häufigen orangefarbenen Niederschlag, der fast gänzlich aus Auripigment bestand, und

von etwas arseniger Säure herrührte, die zugleich in diesem Salmiak mit vorkommt. Auch gab Barytsolution einen geringen Gehalt von Schwefelsäure darin zu erkennen *).

Der beim Auflösen des Salmiaks hinterbliebene bräunlich orangegelbe Rückstand kam beim Erhitzen in einer Glasmöhre über einer Spirituslampe leicht in Fluss, und sublimirte sich hierauf vollständig zu einem orangefarbenen Sublimat. Auf eine glühende Kohle geworfen entzündete sich dieser Körper sogleich, und verbrannte unter Ausstossung eines sulphurischen zugleich sehr schwachen arsenikalischen Geruchs, der sich hintennach aber in einen starken widrigen Geruch nach faulen Rüben umänderte.

Da dieser eigenthümliche Nachgeruch, welchen dieser Körper bei seinem Verbrennen verbreitete, viel Aehnlichkeit mit dem Geruch hat, welchen Selen bei feinem Verflüchtigen und Verbrennen ausstößt, und der Körper auch in seiner Farbe dem Schwefel-Selen sehr ähnlich ist, so wurde es nicht unwahrscheinlich, daß derselbe hauptsächlich aus Schwefel-Selen bestiehe;

Um dieses auszumitteln wurden daher einige Decigramm dieser Substanz mit Salpetersäure so lange digerirt, bis der Schwefel, welcher lange eine orangegelbe Farbe behielt, rein gelb gefärbt erschien, und der Auflösung, nachdem der hinterbliebene Schwefel davon getrennt worden war, schwefligsaures Kali zugesetzt, welches für Selen ein eben so sicheres und empfindliches Reagens ist, als das schwefligsaure Ammoniak.

*) Es kommen indessen doch einzelne Stücke dieses Salmiaks vor, welche wohl Spuren von salzsaurer Eisenoxyd enthalten.

Hierdurch wurde nun die zuvor geäusserte Vermuthung völlig bestätigt. Das schwefliglaure Kalischied aus der salpetersauren Auflösung eine ziemlich bedeutende Menge eines zinnoberroth gefärbten Körpers ab, welcher alle die von Hrn. Berzelius angegebenen charakteristischen Eigenschaften des Selens besaß.

Auch lieferte die salpetersaure Auflösung beim Verdunsten eine in Nadeln krystallifirende Substanz, welche sich völlig wie Selensäure verhielt. Außer der Selensäure enthielt diese Auflösung aber noch eine geringe Menge Arsenikäsäure, wie die Prüfung derselben mit Silbersolution ergab.

Die den Salmiak begleitende und färbende Substanz ist also Schwefel-Selen, das zugleich eine geringe Menge Auripigment aufgelöst enthält, und wir besitzen in derselben mithin eine neue bisher in der Natur noch nicht angetroffene Verbindung dieses höchst merkwürdigen Körpers.

Das Vorkommen des Schwefel-Selens unter den vulkanischen Produkten der Liparischen Inseln macht es daher auch sehr wahrscheinlich, dass die eigenthümliche orangefarbene Nuance des auf diesen Inseln sich findenden Schwefels hauptsächlich von beige-mengtem Schwefel-Selen herrührt, und nicht von Schwefel-Arsenik, wie bisher angenommen worden ist.

Spätere Versuche haben in diesem Salmiak noch eine andere Selen-Verbindung entdecken lassen. Der durch Schwefel-Wasserstoff in der Auflösung dieses Salmiaks bewirkte Niederschlag hatte für Auripigment eine viel zu dunkle Orangefarbe, und der Hr. Hofr. Stromeyer vermutete daher auch schon bei der ersten Mittheilung dieser Untersuchung, dass diese

eigenthümliche Färbung des erwähnten Niederschlags ebenfalls von Selen herrühre, und auf einen in dem Salmiak vorkommenden Gehalt von etwas Selensäure schließen lasse. Die damals mit dieser Substanz angestellten Versuche gewährten ihm indessen noch keine volle Ueberzeugung, daher er auch glaubte, diese Vermuthung vor der Hand noch unerwähnt lassen zu müssen. Jetzt aber, wo ihm seine Versuche über das Vorhandenseyn dieser Säure in diesem Salmiak volle Bestätigung gegeben haben, beeilt er sich diese Erfahrung nachzutragen. Ob übrigens die in diesem Salmiak enthaltene Selensäure ebenfalls mit Ammoniak verbunden ist, oder sich in freiem Zustande darin befindet, erlaubt die geringe Menge, in welcher sie in deinselben vorkommt, und die höchstens nur ~~2000~~ betragen kann, nicht weiter zu bestimmen.

IV.

Notiz über die Untersuchung mehrerer selenhaltigen Fossilien vom Harze;

Auszug eines Briefes

des Hrn. Prof. H. Rose.

Ich danke Ihnen für das mir überschickte 34ste Stück der Göttingischen gelehrten Anzeigen vom 26 Febr. d. J., in welchem sich eine ausführliche Beschreibung und Analyse eines Selenbleies von den Herren Höfr. Hausmann und Stromeyer befindet. In Bezug hierauf nehme ich mir die Freiheit, Ihnen eine kurze Notiz von einer Reihe von Analysen selenhaltiger Fossilien von Tilkerode bei Harzgerode im Vorderharz mitzutheilen, die durch meinen Freund, den Herrn Bergrath Zinken zu Mägdesprung bei Harzgerode entdeckt worden sind. Herr Zinken fand das Selenium in diesen Fossilien durchs Löthrohr schon im Herbst 1825, und theilte diese Entdeckung im Nov. 1825 meinem Bruder mit, der ihn auf seiner Reise nach Paris in Mägdesprung besuchte. Kurz darauf erhielt ich von ihm eine bedeutende Menge dieser Fossilien, um sie zu analysiren. Ich konnte diese Untersuchungen erst im Anfange des Sommers 1824 anfangen und habe sie im vorigen Herbst beendet. Ich hätte die Resultate meiner Analysen schon längst in den Annalen der Phys. und Chemie bekannt gemacht, wenn nicht Herr Zinken mir geschrieben hätte, daß er mir eine Ab-

handlung über das Vorkommen und eine Beschreibung dieser Selenfossilien schicken wollte, damit diese gemeinschaftlich mit der meinigen erschiene. Diese habe ich indessen noch nicht erhalten.

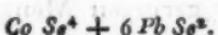
Ich habe unter den mir zugeschickten Selenfossilien nur 5 analysirt, weil die übrigen, obgleich sie eine grosse Menge Selen enthalten, doch nicht so rein waren, daß sie sich zu einer quantitativen chemischen Analyse eigneten. Ich wandte bei der Analyse die Methode an, die Berzelius für die Analyse nickelhaltiger Fossilien vorschlägt. Ich leitete über die zu untersuchende Selenverbindung trocknes Chlorgas, und trennte durch Destillation das flüchtige Chlorselein von den nicht flüchtigen Chlormetallen. Die analysirten Fossilien sind folgende:

I. Selenblei, so zusammengesetzt, wie das künstliche, d. h. 2 Atome Selen mit 1 Atom Blei. Dieses machte den größten Theil der mir überschickten Fossilien aus; theils war es ganz rein; gewöhnlich aber innig mit Bitterspath gemengt; oft enthielt es auch eine Quantität Seleneisen.

II. Selenblei mit Selenkobalt. Von diesem Fossilie schickte mir Herr Zinken nur ein Stück mit der Bemerkung, daß vor mehreren Jahren ein sogenanntes Kobaltbleierz bei Clausthal vorgekommen sey, das im Aeußern und in seinem Verhalten mit dem mir überschickten Stücke übereinstimme. Das von mir analysirte Fossil war durch verdünnte Salzsäure vom eingesprengten Bitterspath gereinigt worden. Das Resultat der Analyse war:

| | |
|---------|--------|
| Blei | 63,92 |
| Kobalt | 3,14 |
| Selen | 31,42 |
| Eisen | 0,45 |
| Verlust | 1,07 |
| | 100,00 |

Nimmt man in diesem Fossile eine Verbindung von Selen mit Kobalt an, die 4 Atome des erstern gegen einen des letztern enthält, eine Verbindung, die dem Schwefelkiesel analog wäre, so würden sich 3,14 Theile Kobalt mit 8,44 Selen verbinden, während 63,92 Th. Blei 24,47 Th. Selen aufnehmen, um Selenblei zu bilden. Die Formel für die Zusammensetzung wäre also:



III. Selenblei mit Selenkupfer; das Resultat meiner Analyse war:

| | |
|----------------|--------|
| Selen | 29,96 |
| Blei | 59,67 |
| Kupfer | 7,86 |
| Eisen | 0,33 |
| Eisen mit Blei | 0,44 |
| Verlust | 1,74 |
| | 100,00 |

Die chemische Zusammensetzung dieses Fossils, in welchem das Kupfer halb so viel Selen als das Blei aufnimmt, wird durch die Formel



ausgedrückt.

IV. Selenblei und Selenkupfer in einem andern Verhältnisse:

| | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|--------|
| Silber | . | . | . | 1,29 |
| Blei | : | : | : | 47,33 |
| Kupfer | : | : | : | 15,46 |
| Selen | : | : | : | 34,26 |
| Eisen-, Blei- u. Kupferoxyd | | | | 2,08 |
| | | | | 100,42 |

Die Zusammensetzung dieses Fossils ist, wenn man das Selenfilber als nicht wesentlich für die Mischung ansieht:



V. *Selenblei mit Selenquecksilber.* Von diesem fand ich unter den mir zugeschickten Fossilien nur ein Stück, das ich zusammengesetzt fand aus:

| | |
|-------------|--------|
| Selen | 24,97 |
| Blei | 55,84 |
| Quecksilber | 16,94 |
| Verlust | 2,25 |
| | 100,00 |

Ich habe die Analyse dieses Fossils nicht wiederholen können, wegen der geringen Menge, die ich davon erhalten hatte. Der Verlust besteht nur in Selen und Quecksilber, die von einander genau zu trennen schwer hält. Man kann wohl annehmen, dass sich die Zusammensetzung dieses Fossils durch $Hg Se^2 + 3 Pb Se^2$ ausdrücken lässt.

Vor einigen Tagen erhielt ich von Herrn Zinken einen neuen Transport selenhaltiger Fossilien, vorzüglich viele Stücke der zuletzt angeführten Species in 4 Abänderungen. Vielleicht werde ich die Analyse desselben an einem schönen Exemplare wiederholen. Zugleich erhielt ich einige vom Herrn Zinken bei Tökerode zuerst entdeckte Goldstufen; das gediegene Gold ist zum Theil in Quarz, zum Theil in Selenblei eingesprengt.

Berlin, d. 15. März 1825.

Heinrich Rose.

V.

*Ueber eine neue Bildung der wasserfreien
Schwefelsäure;*

von

Hrn. Prof. C. G. GMELIN in Tübingen.

Man hat bisher geglaubt, dass die wasserfreie Schwefelsäure blos auf die Weise sich bilden könne, dass man schwefelsaure Salze, welche in der Hitze die Säure fahren lassen, wie namentlich den calcinirten Eisen-vitriol in einem Destillationsapparat zersetzt. Auf diese Art wird bekanntlich die rauchende sogenannte Nordhäuser Schwefelsäure dargestellt.

Ich habe gefunden, dass in einer gewissen Periode der Destillation der *nicht rauchenden* (sogenannten englischen) Schwefelsäure sich *rauchende* Säure bildet. — Ich erhitzte in einem Destillationsgefäß 6 Pfd 29 Loth englischer Schwefelsäure, von einem specifischen Gewicht von 1,8455 bei + 10,5° R., welche an der Luft nicht im Mindesten rauchte. Die Säure kam dabei nie ins Kochen, die Temperatur der Luft war 0° R. Nachdem 4 Unzen Schwefelsäure überdestillirt waren, welche stark nach schwefeliger Säure roch, wurde die Vorlage ausgeleert, gereinigt und von neuem vorgelegt. Als nun wieder 8 Unzen Säure, welche fast ganz geruchlos war, herüberdestillirt waren, füllte sich die bisher ganz durchsichtig gebliebene Vorlage plötzlich mit Dämpfen an. Man entfernte sie, und legte eine andere vollkommen trockene Vorlage vor, welche jetzt mit zerstoßenem Eis umgeben ward. Es condensirte sich nun in derselben theils eine weisse undurchsichtige, theils eine krystallirte durchscheinende Säure. Ein großer Theil der festen Säure fand sich im Hals der Retorte. Die feste Säure rachete ganz außerordentlich stark an der Luft, ganz wie die aus Nordhäuser Vitriolöl dargestellte, blieb noch bei + 12° R. fest und zeigte keinen Geruch nach schwefeliger Säure. wurde sie mit einer gewissen Menge von Schwefel in

einem mit eingeriebenem Glasstöpfel versehenen Gläschchen zusammengebracht, so bildete sich eine grüne Verbindung von der Farbe des salzauren Chromoxyduls, und es entwickelte sich etwas schweflighaures Gas. Wurde diese grüne Masse mit Wasser in Berührung gebracht, so fand eine außerordentliche Erhitzung statt; es bildete sich viel schweflige Säure und es setzte sich Schwefel ab. Wurde die feste Säure mit Wasser zusammengebracht, so bildete sich wässrige Schwefelsäure, aber keine schweflige Säure. Wurde die mit Wasser verdünnte Säure mit Kali gesättigt und zur Krystallisation verdampft, so bildete sich kein Salpeter, auch entwickelte sie beim Erhitzen der trocknen Salzmasse mit concentrirter Schwefelsäure keine salpeterhaften Dämpfe. Das specifische Gewicht der in der Retorte zurückgebliebenen Säure, welche jetzt merkbar rauchte, fand sich = 1,8503 bei + 15° R.; das der überdestillirten Säure = 1,4509 bei + 11,5° R. *)

Bei Wiederholung dieses Versuches mit derselben Säure, erhielt ich dasselbe Resultat. Uebrigens kann man leicht den Zeitpunkt übersehen, in welchem diese ranchende Säure sich bildet. Bei den angeführten Versuchen bildete sie sich erst in der ersten Hälfte des dritten Tages (in den zwei ersten Tagen hatte man von Morgen früh 7 Uhr bis Nachts 9 Uhr das Feuer im Ofen erhalten) und ihre Bildung war nicht länger als ungefähr eine halbe Stunde hindurch zu bemerken **).

Die angeführten Versuche lassen, wie ich glaube, keinen Zweifel übrig, dass die feste Säure wirklich wasserfreie Schwefelsäure war. Ihre Bildung erklärt sich auf die Art, dass bei einer gewissen Concentration der wasserhaltigen Schwefelsäure ein Theil der Säure sein Wasser an einen andern Theil der Säure abtritt, und sich verflüchtigt, wobei einerseits durch die grosse Verflüchtigbarkeit der wasserfreien Säure, anderseits durch die grosse Fixität der wasserhaltigen Säure diese Art von Zersetzung herbeigeführt wird.

*) Die specifischen Gewichte wurden mittelst eines mit aufgeschliffenem Deckel versehenen Glases bestimmt.

**) Ich führe diese Umstände deswegen an, damit man daraus sehen könne, wie langsam die Destillation vor sich ging. — Wahrscheinlich bildet sich keine rauchende Säure, wenn die Flüssigkeit in der Retorte zum Sieden gebracht ist.

VI.

Notiz über eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Bewegung der Sternschnuppen;

aus einem Briefe

des Hrn. Prof. BRANDES zu Breslau an den Herausgeber.

Da die Annalen der Physik so freundlich mitgewirkt haben, die Theilnahme an der im Jahre 1825 von mir und einigen Freunden unternommenen Beobachtung der Sternschnuppen weiter zu verbreiten: so darf ich wohl hoffen, dass einige Zeilen über den Erfolg unserer Bemühungen ebenfalls bei den Lesern eine günstige Aufnahme finden werden.

Obgleich die Zahl der Beobachter nicht so bedeutsam geworden ist, als ich gehofft hatte, so ward es doch durch die Mitwirkung mehrerer thätiger Freunde der Physik möglich gemacht 63 correspondirende Beobachtungen anzustellen und für 55 dieser Meteore die Bahnen zu bestimmen. Die Zusammenstellung der berechneten Resultate ergiebt eine höchst auffallende Merkwürdigkeit in Hinsicht auf die Richtung der von diesen Meteoren durchlaufenen Bahnen. Denn obgleich es beim ersten Augenblick scheint, als ob die Sternschnuppen in allen möglichen Richtungen fortgehend vorkommen, so zeigt doch eine sorgfältigere Zusammenstellung, dass diejenige Richtung vorherrscht, welche der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt ist. Unsere Beobachtungen scheinen daher

eine Andeutung zu geben, daß die Erde diesen Meteoren, welche freilich durch eine eigenthümliche Kraft nach allen Richtungen fortgeschleudert werden, in ihrem Laufe um die Sonne begegne.

Wenn sich dies durch fernere Beobachtungen bestätigen sollte, so würden wir wenigstens *einen* bedeutenden Schritt zur näheren Kenntniß dieser, jenseit der Gränzen unserer Atmosphäre entstehenden Meteoren gethan haben. Die Beweise für jene Behauptung theile ich hier nicht mit, da ich sie in der, so eben zum Druck an die Verlagshandlung dieser Annalen gefandten ausführlichen Abhandlung mitgetheilt habe und die Lefer wohl darauf verweisen darf. *) — Aber zu wünschen wäre es wohl, daß die Beobachtungen fortgesetzt würden. Wenn ich hoffen dürfte, zahlreichere Mitarbeiter zu finden um dadurch zu einer Bestimmung der meiften an den fämmlichen Beobachtungabenden erscheinenden Sternschnuppen zu gelangen, so möchte ich mich wohl im nächsten Sommer noch einmal entschließen, die Beobachtungen fortzusetzen.

*) Seit Mittheilung dieser interessanten Notiz ist der Druck der Abhandlung des geehrten Hrn. Verfassers bereits vollendet, so daß sich das Publikum die Hoffnung machen darf, in sehr kurzer Zeit zu dieser für die Kenntniß der Metore so ungemein wichtigen Thatfache die unständlicheren Belege zu erhalten. Mehr wie alle Aufforderung, ist gewifs die Bekanntwerdung obiger Arbeit geeignet das an diesem Zweige der Physik gesunkene Interesse wiederum zu beleben, und dem Hrn. Verfasser, dem gewifs alle Freunde der Meteorologie mit mir die nötige Kraft und Muße zur Fortsetzung seiner Beobachtungen wünschen, für den nächsten Sommer eine recht bedeutende Anzahl von Beobachtern zuzuwenden. Ich selbst, der ich schon früher aus Mangel an Zeit und einem schicklichen Lokale einen ähnlichen Antrag des geehrten Herrn Verfassers leider ablehnen mußte, habe diesem für den kommenden Sommer meine Hülfe angeboten, und hoffe, daß sie nicht die einzige ist, auf die derselbe mit Sicherheit rechnen darf. — P.

VII.

Ueber den Schwefel,

von

ADOLPH THEODOR KUPFFER, Professor in Kasan *).

Meine Messungen des Schwefels stimmen nicht genau mit einander überein; ich gebe sie aber nicht als definitive Resultate; sie unterstützen indefs eine merkwürdige Hypothese, die die Verschiedenheit der Krystallformen des gediegenen und geschmolzenen Schwefels erklärt, und die ich deshalb, ohne im Stande zu seyn, sie scharf zu beweisen, zur weitern Prüfung darlege.

Ich maass drei sehr kleine Krystalle, die alle kein deutliches Bild gaben, obgleich ich sehr nahe Gegenstände, zwei schwarze Punkte an einem gegenüberstehenden Fenster, wählte.

Ich fand:

Am ersten Krystall

| | |
|---|---------------------|
| 1) Octaëderwinkel an der Basis | $143^{\circ} 20',8$ |
| 2) Derselbe Winkel an der andern Seite der Basis | $143 \quad 14,0$ |
| 3) Octaëderwinkel an der Endkante | $106 \quad 18,2$ |
| 4) Derselbe an einer andern Kante | $106 \quad 14,8$ |

*) Ein Nachtrag zu seiner jetzt im Druck befindlichen, im Jahre 1823 von der hiesigen K. Akademie gekrönten, Preischrift:
„Über Messung der Krystallwinkel“. P.

Am zweiten Krystall

- 5) Octaëderwinkel an der Basis $143^\circ 56' 5$
 6) Neigung der Octaëderfläche gegen die Axe 18 12,3

Am dritten Krystall

- 7) Octaëderwinkel an der Endkante $84^\circ 57' 8$

Einige dieser Messungen weichen nicht viel von den Messungen des Hrn. Prof. Mitscherlich ab, und man bemüht sich vergebens sie mit denen des geschmolzenen Schwefels zu vereinbaren. Man findet aber beim geschmolzenen Schwefel (s. die Abhandlung des Hrn. Prof. Mitscherlich in den Annal. de Chim. et Phys. Tom. XXIV. 264) daß die Tangente der halben Neigung von M zu M' , $45^\circ 16'$, verdreifacht gerade den Winkel $71^\circ 45'$ giebt, welcher bis auf $0',5$ der Hälfte des Mittels aus den obigen 4 Messungen des Neigungswinkels der Octaëderflächen an der Basis, beim gediegenen Schwefel, gleich kommt. Ferner, wenn man die Tangente der Neigung von P zu d'' ($84^\circ 14'$) halbiert, so findet man sehr nahe die spitze Neigung der Kanten an der Basis des Octaëders des gediegenen Schwefels.

Dies veranlaßte mich zu glauben, daß der Schwefel, ich weiß nicht durch welche Veränderung in der Lage seiner Theile durch das Schmelzen, eine seiner Axen verändern könne, so daß zwei seiner Octaëderflächen als Säulenflächen, zwei andere als Flächen einer schieflaufenden augitartigen Zuschärfung zu nehmen sind, und die Axe einer Kante an der Basis des Octaëders parallel läuft, wie Fig. 16. zeigt.

Wir wollen jetzt die halbe Neigung von P zu P'' an der Kante D' mit $\frac{1}{2}B$ die Neigung der Kante D' ge-

gen die Axe (oder das Complement zu 180° , der Neigung von D gegen D' mit r , und die halbe Neigung zweier Säulenflächen an der Kante D , auf welcher die Zuspitzungsflächen P, P'' gerade aufgesetzt wären, mit g bezeichnen. Wir haben aus den bekannten Formeln für das Rhomben-Octaeder

$$\tang \frac{1}{2}B \cdot \cos r = \tang g \quad \dots \quad (1)$$

Da nun unter den Säulenwinkeln die Neigung von P zu P'' oder B auch mit vorkommt, so müssen offenbar $\tang \frac{1}{2}B$ und $\tang g$ ein einfaches Verhältnis zu einander haben. Wir wollen dieses einfache Verhältnis mit n bezeichnen, so dass $\tang \frac{1}{2}B = n \tang g$. Diesen neuen Werth von $\tang g$ in die obige Formel gesetzt, gibt

$$\cos r = \frac{1}{n} \quad \dots \quad (2)$$

Wenn man den gediegenen Schwefel so nimmt, wie die Figur zeigt, oder den Winkel, der die erste Messung giebt, für einen Säulenwinkel, den, welchen die zweite Messung giebt, für den Winkel einer schieflaufenden (augitartigen) Zuschärfung ansieht, so findet sich die Neigung der Endkante gegen die Axe oder

$$r = 78^\circ 26'$$

Vergrößert man diesen Werth nur um $2'$, so ist $\cos r$ gleich $\frac{1}{3}$, und die durch die Gleichung (2) verlangte Bedingung ist erfüllt.

Wir können also wohl annehmen, dass $\frac{1}{3}$ der wahre Werth von $\cos r$ sey; dass also beim Schwefel allerdings Flächen vorkommen können, die sich auf eine der Kante D parallele Axe einfacher beziehen lassen, als auf die gewöhnliche Axe (die alsdann zur ho-

horizontalen wird). Wir wollen indes sehen, wie diese Annahme zu den übrigen Messungen, des gediegenen und des geschmolzenen Schwefels, paßt.

Es sey also

$$r = 78^\circ 28'$$

$$\frac{1}{2}B = 71^\circ 43'$$

so findet man

beim gediegenen Schwefel

| | Rechnung | | Beobachtung |
|--|----------|-----|-------------|
| P zu P | 106 | 12' | 106° 15' |
| Neigung der Octaëderfläche gegen die Axe | 18 | 17 | 18 12 |
| P zu P' | 85 | 18 | 84 58 |

beim geschmolzenen Schwefel

| M zu M | 90 | 31',5 | 90° 32' |
|--------------|----|-------|---------|
| P zu M | 94 | 8 | 94 6 |
| P zu d'' | 84 | 10,5 | 84 14 |

Man kann aus meiner neuen Tabelle über den Zusammenhang, der zwischen specifischem Gewicht, Krystallform und chemischem Aequivalent stattfindet, ersehen, daß meine Messungen ein mit der Erfahrung sehr übereinstimmendes specifisches Gewicht des Schwefels geben.

Ich erinnere noch, daß der Feldspath auch zwei Axen besitzt, eine parallel der Kante der gewöhnlichen geschobenen Säule, und eine optische, dem Hrn. Dr. Seebeck zufolge, der Kante der rechtwinkligen Säule parallel. Wenn ich nicht irre, hat Hr. Brewster auch beim Diopsid gefunden, daß die optische Axe einen Winkel mit der Axe der Säule macht.

VIII.

*Ueber die zu Cayenne unter dem Namen *la Barre*
bekannte, und von den Indianern in Guiana
Pororoca genannte Fluthercheinung;*

von

Hrn. NOYER, Deputirten des französischen Guiana *).

Die Küsten von Guiana bieten von der Mündung des Amazonenflusses an, bis zum Cap du Nord eine außerordentliche Erscheinung dar, die zum Theil der unter dem Namen Mascaret zu St. Malo an den Küsten der Bretagne Statt findenden ähnlich ist. Condamine, welcher dieselbe untersuchte als er sich von Para nach Cayenne begab, scheint keine vollständige Erklärung derselben gegeben zu haben. Er drückt sich nachstehendermaßen aus:

„Zwischen dem Macapa und dem Cap du Nord „welches ungefähr 2 Grad nördlich von dem Aequator liegt) an der Stelle, wo der grosse Kanal des Flusses durch Inseln sehr verengt ist, und vor allem gegenüber der Mündung des Arawari, welcher sich „von Norden her in den Amazonenfluss ergießt, bietet die Meeresfluth zu den Zeiten, wo sie am höchsten ist, nämlich während der 3 dem Voll- oder Neumond zunächst liegenden Tage, eine sonderbare Er-

*) Annales maritimes et coloniales. Juill. 1824.

„scheinung dar; denn statt wie sonst zum Steigen 6
 „Stunden zu gebrauchen, erreicht sie jetzt innerhalb
 „ein oder 2 Minuten ihre grösste Höhe, und wie man
 „leicht begreifen wird, geschieht dieses nicht ruhig.
 „Schon aus einer Entfernung von einer oder zwei
 „Lieue lässt sich ein schreckliches Getöse hören, wel-
 „ches den Pororoca ankündigt; so nennen nämlich
 „die Indianer diese schreckliche Fluth. So wie er sich
 „nähert, wächst das Getöse, und bald erblickt man
 „ein 12 bis 15 Fuss hohes Vorgebirge von Wasser,
 „darauf ein zweites, ein drittes und manchmal ein
 „viertes, welche alle sich nahe auf einander folgen
 „und die ganze Breite des Kanals einnehmen.

„Diese Woge kommt mit einer außerordentlichen
 „Geschwindigkeit heran; alles was im Wege liegt
 „wird von ihr zertrümmert und fortgerissen. Ich ha-
 „be gesehen, daß sie an einigen Orten grosse Stücke
 „Erdreich wegführte, dicke Bäume entwurzelte und
 „Verwüstungen aller Art anrichtete. Ueberall, wo sie
 „vorbeigeht, ist das Ufer so rein, als wäre es mit Fleiss
 „gefegt. Die Canots, die Piroguen und selbst Barken,
 „haben kein anderes Mittel sich der Wuth dieser Wo-
 „ge (welche die Franzosen in Cayenne la Barre nen-
 „nen) zu entziehen, als daß sie an einer tieferen Stelle
 „vor Anker gehen. Ich will hier nicht weiter ins Ein-
 „zelne der Thatsache noch ihrer Erklärung gehen,
 „fügt Condamine hinzu, „sondern nur ihre Ursachen
 „anzeigen. Durch eine ausmerksame Beobachtung
 „dieser Erscheinung an verschiedenen Orten habe ich
 „bemerkt, daß sie siets nur da sich zeigt, wo die an-
 „steigende Fluth in einen engen Kanal tritt, und ei-
 „ner Sandbank oder Untiefe begegnet, die ihr Hinder-

„nisse entgegengesetzt. Nur dort und nirgend anderswo „fängt diese ungestümē und regellose Bewegung des „Wassers an, und sie hört ein wenig hinter der Sand- „bank auf, wenn daselbst der Kanal wieder an Tiefe „oder an Breite beträchtlich gewinnt. Man sagt, daß „sich etwas Aehnliches bei den Orkadischen Inseln im „Norden von Schottland und an der Mündung der „Garonne unweit Bordeaux zeige, wo man diese Fluth- „erscheinung Mascaret nennt.“ *)

Wenn das Phänomen auch von Condamine nicht völlig genügend erklärt ward, so ist doch wenigstens die Beschreibung desselben sehr genau. Das Dictionnaire d'histoire naturelle von Deterville findet unter dem Artikel *Meer* diese Erklärung mangelhaft und irrig. Es widerlegt dieselbe auf nachstehende Art:

„Es sey physisch unmöglich, daß das mit der Fluth herankommende Wasser sich während der Fluthzeit allmählig vor den Sandbänken anhäufen und daselbst einen Wall bilden könne, um hernach hinter der Sandbank wieder niederzustürzen; hingegen müsse das Wasser nach den Gesetzen der Hydrostatik, wenn es sich oberhalb der Sandbank erhebe, nach der andern Seite abfließen um sich im Niveau zu setzen.“

Hat aber der Verfaßer dieses Artikels die Ausdrücke Condamine's wohl verstanden? Dieser Gelehrte sagt nicht, daß das Wasser, welches die Fluth herbeiführt, sich *allmählig* während der ganzen Dauer der Fluthzeit anhäuse, sondern er sagt bloß, daß er bemerkt habe, die Erscheinung finde nur dann Statt, wenn die Fluth in einen engen Kanal eintritt und in

*) Ueber den Mascaret im Dordogne s. dieſ. Ann. Bd. 33. S. 407.

ihrem Laufe einer Sandbank oder Untiefe, als Hindernisse begegnet; daß es nur hier und nirgendwo anders sey, wo die ungestüme und regellose Bewegung des Gewässers ansänge, und daß sie ein wenig über der Sandbank hinaus wieder aufhöre, wenn daselbst der Kanal tief werde und sich beträchtlich erweitere.

Dies ist eine gut beobachtete Thatsache, der man nichts entgegensetzen kann und in der ich nichts sehe, was dem im Dictionnaire von Deterville Gefagten ähnlich wäre. Ich werde späterhin auf diese Behauptung zurückkommen.

Jetzt will ich, um die Ursachen jener Erscheinung aufzufinden, zuerst die Fluthen der Syzygien betrachten. Diese Fluthen setzen dem Laufe des Amazonenflusses eine gewaltige Wassermasse entgegen, und erzeugen einen Zurückprall, der um so unmittelbarer ist, als diese Wassermasse mit größerer Heftigkeit angetrieben wird.

Da das Wasser des Flusses von der ganzen Fluth überfallen wird, welche den Umfang des Meerbusens vom Cap du Nord bis zum Süd-Flusse (jusqu'a la rivière du S.) einnimmt, und dieser Raum unendlich größer ist als das Bett des Flusses, so muß jede dem Laufe des Amazonenflusses entgegengesetzt gestossene Wasseraule einen um so heftigeren Stoß veranlassen, als seine Masse größer ist, bis endlich der Stoß des Wassers im Amazonenfluss vernichtet wird und der Rückfluss (montans) eingetreten ist. Bevor jedoch das Meer über den Fluss gesiegt hat, erzeugt es abgeschnittene Wogen und jene lebhaften Stöße, welche wir oben erwähnten, in der Richtung von Ost-Süd-Ost nach West-Nord-West.

Zur Ebbezeit hat dieser Vorgang nicht Statt, weil das Wasser des Amazonenflusses alsdann nur durch sein eigenes Gewicht angetrieben wird und sich mit dem abfließenden Meere vermischt, von dem es im Sinne seiner Bewegung mit fortgezogen wird. Das Wasser des Flusses wirkt alsdann mit einem geringeren Gewichte als das Meer, und muss also nothwendig der Richtung der Ebbe gehorchen, während die ansteigende Fluth mit ihrer ganzen Kraft dem Laufe des Amazonenflusses entgegenwirkt.

Haben indess die Sandbänke, welche abwechselnd entstehen und wieder vergehen, gar keinen Einfluss auf dieses Phänomen? So viel ist gewiss, daß wenn das Meer eine Tiefe von 7 bis 8 Klastrern besitzt, die Barre entweder gar nicht vorhanden ist oder doch wenigstens unmerklich wird. Das Meer bewahrt nur den Anstoß, welchen ihm die Ursache der Fluth gegeben hat, wenn aber der Grund nicht tiefer als 4 Klastrern ist, so kommt alles in Bewegung. Es stolpert gewissermaßen über den Grund und veranlaßt, daß das Wasser sich außerordentlich ausbreitet.

Man begreift auch, daß in dem Maafse, wie der dem Meere gegebene Anstoß in enge Kanäle vorschreitet, die Kraft und das Volumen der Wassermasse in ganz außerordentlichen Verhältnissen anwachsen und jene Verwüstungen herbeiführen müsse, die die unvermeidlichen Folgen dieser Erscheinung sind; daher entstehen im Strome jene Barren als 3 ungeliene Wogen, denen nichts zu widerstehen vermag; daher jene Vermehrung der Fluth in der Bucht von Vincent-Pinçon, die sich innerhalb weniger Minuten zu einer Höhe von 40 Fuß erhebt, wenn das Meer von beiden

Seiten derselben gleichzeitig eindringt. Dies ist jedoch nicht alles, was der Pororoca Wunderbares darbietet. Die Insel Maraca (welche vor der Mündung des Flusses Vincent-Pinçon liegt) bildet mit der Küste einen gekrümmten Kanal, von dem der eine Arm nach Süd-Ost und der andere nach Norden ausfließt; der erste führt den Namen des Kanals von *Tourloury*, der zweite den des von *Carapapoury*. In dem letztern fällt das Meer, nachdem es seine grösste Höhe erreicht hat, (ost 44 Fuß, in sehr geringer Zeit) daß man es mit bloßem Auge sehen kann, obgleich der Strom sich noch lange Zeit an der Ostküste erhält. Die Ursache dieser Erscheinung ist, daß das Meer, weil es viel lieber durch den Süd-Ost-Kanal steigt, als durch den Nord - Kanal, auch durch diesen wiederum mehr abfließt als durch letzteren; denn da der Südost-Kanal oder der von *Tourloury* viel breiter ist als der nach Norden mündende von *Carapapoury*, so tritt auch offenbar zu ersterem eine viel grössere Wassermasse hinein, als zu letzterem. Zum besseren Verstehen dieser Erklärung mag man einen Blick auf die im Werke des Hrn. Lescallier befindliche Karte werfen, oder noch besser eine von den Karten aus dem Atlas des Abbé Raynal zur Hand nehmen, welche sehr genaue Reductionen der grossen Karte von Guiana sind, die die Ingenieure von Cayenne aufgenommen und fertigt haben.

Der Strom ist zur Ebbezeit bei den Inseln von *Maraca* so stark, daß ein von dem Hafenkapitain Hrn. Monach kommandirtes Schiff, welches in der Bucht von *Vincent-Pinçon* vor Anker lag, beinahe zu Grunde gegangen wäre, da das Wasser schon den Vorder-

theil des Schiffes überfoss und hineinzustürzen begann. Glücklicherweise wurde das Ankertau mit einem Hiebe gekappt und das dadurch wieder flott gewordene Schiff gerettet.

Die Ströme zwischen dem Amazonenfluss und dem Oyapoc sind ebenfalls zu den Zeiten des Neu- und Vollmondes ziemlich starken Fluthen und dem Mascaret oder dem Pororoca unterworfen; jedoch sind die Wirkungen weniger heftig als an der Mündung des Amazonenflusses. Von dieser bis nach Cayenne nehmen sie immerfort ab; an letzterem Orte betragen die Fluthen zur Zeit der Quadraturen 3 oder 4 Fuß und zur Zeit der Syzygien 9 oder 10 Fuß.

Diese grossen Fluthen veranlassen nothwendig beträchtliche Wirbel im Ocean, welche den Schlamm, den die Ströme und Flüsse dieser Gegenden ausführen, lange in Schweben erhalten. Dieser Schlamm wird durch die Strömungen längs der Küste von Guiana fortgeführt, und an diesen durch die Ostwinde angeworfen, bildet er die grossen Anschwemmungen, welche sich vom Arawary bis zum Orinoco ausdehnen und deren Fruchtbarkeit den Reichtum von Cayenne, Surinam und Demerary ausmachen. Der Sand und das Gerölle, als viel schwerer wie der Schlamm, werden nur bis ungefähr zur Mündung des Amazonenflusses mit fortgerissen; diesen allmähligen Sandanhäufungen verdanken die Inseln von Marajo, Cavianno und andere ihre Entstehung. Die Ostwinde führen diesen Inseln neue mit Schlamm gemengte Sandmassen zu, erhöhen dieselben und setzen sie dadurch gegen die Ueberschwemmungen der Fluth in Sicherheit. Aus diesem Grunde breitet sich die Vegetation

der Paletuvieren (*Rhizophora* und *Avicennia*) nicht dafelbst aus, wie auf der Küste von Guiana. Dessen ungeachtet sind diese Inseln, welche offenbar durch die von den beiden Flüssen während der Ueberschwemmung dahin geführten Trümmer gebildet wurden, mit Wäldern von sehr großen Bäumen bedeckt, unter welchen besonders die Ceder im Ueberfluss vorhanden ist. Dieses Holz ist es vorzüglich, welches man auf den Werften von Para zur Erbauung von Fregatten und anderer Fahrzeuge anwendet.

Die Erscheinung des Pororoca muß man nicht mit der unter dem Namen Wasserratte (*rat de marée*) verwechseln, deren Ursachen zufällig sind; die letztere ist vom November bis zum April an den Küsten von Guiana ziemlich häufig und deshalb allen Seefahrern bekannt.

Im Januar 1824 hatte man zu Cayenne eine so heftige Wasserratte, daß alle sandigen Bachteln mit 2 Fuß hohem Schlamm bedeckt wurden, welchen die außerordentliche Bewegung des Meeres von dem Grunde erhoben und auf die Ufer abgesetzt hatte; auch las man Fische vom Strande auf. Dennoch konnte man, während diese furchterliche Wasserratte zu Cayenne ein so außerordentliches Schauspiel darbot, durchaus keine Wirkungen auf der Windseite der Insel wahrnehmen weder am Approuage noch am Oyapock.

IX.

Beobachtungen von Nebensonnen.

a) Auf der *Melville's-Insel* (nördl. Breite $74^{\circ} 47' 10''$; westl. Länge v. Greenw. $110^{\circ} 48' 15''$) gesehen auf der Expedition des Capitain Parry *).

Am 5ten April um 9 Uhr Nachmittags, bei sehr schönem Wetter und einer Temperatur von — 18° (VVeingeisttherm. und Fahrenheit'sche Scale (P.)) beobachteten wir einen Ring um die Sonne. Wie gewöhnlich stand an jeder Seite der Sonne und in gleicher Höhe mit dieser eine Nebensonne, von deutlich prismatischen Farben. Eine dritte Nebensonne befand sich in dem Kreise unmittelbar über der Sonne, und ließ eine sonst noch nicht bemerkte Eigenthümlichkeit sehen. Das Wetter war nämlich auffallend klar und

*) Dessen First Voyage for the discovery of the northwest passage p. 162. Die hier beschriebene Erscheinung hat offenbar die grösste Aehnlichkeit mit der, welche Hr. Dr. Buch, Hr. Legrth. v. Hoff und Hr. Prof. Kries neuerdings zu Gotha beobachteten (Arch. d. Naturl. Bd. 2. S. 209). Ich würde daher ihre weitere Bekanntmachung für überflüssig gehalten haben, wenn nicht die beiden Erscheinungen sich gegenseitig ergänzten, und bei dieser einige Bogen sichtbar wurden, die bei jener entweder gänzlich fehlten (wie die den Horizont berührenden Bogen *r, p* und *q, o*), oder von denen man doch nur die Endstücke, als Durchkreuzungen derjenigen Nebensonne wahrnahm, welche in Opposition mit der wahren Sonne stand. (P.)

heiter, aber dennoch zeigte sich die Atmosphäre mit einer unzähligen Menge kleiner im Sonnenschein glänzender Schneeflitterchen erfüllt, wie wir sie sonst nie bei hellem Sonnenschein sahen, obgleich wir beständig Gelegenheit hatten, solch einen Niederschlag in Zeiten zu bemerken, in welchen man das Wetter keineswegs nebelig nennen konnte und die Gestirne deutlich zu beobachten waren. Die oberhalb der Sonne erscheinende Nebensonnen war nun sichtlich durch Reflexion der Sonnenstrahlen an einer Unzahl solcher Flitterchen gebildet, welche sich bis zu 100 u. 200 Yards Entfernung vom Auge deutlich wahrnehmen ließen. Zu gewissen Zeiten konnte man mit Leichtigkeit erkennen, daß diese obere Nebensonnen, aus dem Durchschnitt, oder vielmehr aus der äußern Berührung zweier Ringe gebildet wurde, wovon der obere, seine convexe Seite gegen den Horizont kehrend, den größern Radius besaß. Ungefähr 22° über der Nebensonnen, die fast einen gleichen Abstand von der wahren Sonne besaß, ward in horizontaler Richtung ein Streifen glänzender Flitterchen andauernd beobachtet; jedoch war er so kurz, daß man nicht unterscheiden konnte, von welcher regulären Figur er einen Theil ausmachte. Dies Phänomen dauerte ungefähr eine Stunde.

Am 9ten April Vormittags von $6\frac{1}{2}$ bis 8 Uhr ward abermals eine der so eben beschriebenen ähnliche Erscheinung beobachtet. Um 1 Uhr Nachmittags wiederholte sich dieselbe in Begleitung einiger anderen Erscheinungen dieser Art. Ich habe mit Unterstützung des Capit. Sabine versucht, lievon eine Abbildung zu geben (Fig. 12). In dieser bezeichnet s die Sonne, deren Höhe nahe 23° betrug; h, h den Hori-

zont; t, u einen vollständigen Horizontalkreis von weissem Lichte, der durch den Mittelpunkt der Sonne ging; a eine blendend helle Nebensonnen, von weissem Lichte; b und c Nebensonnen, von prismatischen Farben, in den Durchschnittspunkten des Horizontalkreises, mit dem Kreise a, b, c, d liegend, welcher letztere einen Radius von $22\frac{1}{2}^\circ$ besaß; x, d, v einen Bogen, der seine convexe Seite dem Horizont zukehrte und dessen Mittelpunkt anscheinend über dem Zenithe lag. (Dieser Bogen zeigte sehr lebhafte prismatische Farben); k, e, l einen Bogen, der dem Anscheine nach eher elliptisch als kreisförmig war; e stand von der Sonne um 26° ab; der Theil x und v war prismatisch gefärbt, der übrige farblos. Der von den beiden prismatischen Bogen $x \text{ ev } d$ eingeschlossene Raum war durch Reflexion der Sonnenstrahlen an den unzähligen in der Atmosphäre schwimmenden Schneeflitterchen sehr glänzend gemacht; q, f, r , ein mit der Sonne concentrischer Kreis von 45° Radius, war in Nachbarschaft der Punkte f, q, r stark gefärbt, in dem übrigen Theil aber nur schwach; $m n$ ein kleiner Bogen eines umgekehrten Kreises, der seinen Mittelpunkt anscheinend im Zenith hatte.

r, p und q, o sind Bogen von grossen Kreisen und sehr lebhaft gefärbt. Man konnte sie nur bis zu o u. p verfolgen, allein an dem der Sonne direct gegenüberstehenden Theil des Horizontalkreises t, u erschien ein weisses Licht, welches das Ansehen besaß, als wäre es von dem Durchschnitt zweier grossen Bogen erzeugt, die mit der Verlängerung von r, p und q, o zusammenfielen.

Diese Erscheinung dauerte den grössten Theil des

des Nachmittags hindurch bis 6 Uhr. Der Abstand d und e vergrößerte sich beträchtlich und der Bogen xdv nahm die Gestalt an, welche in Brewster's Encyclopädie unter dem Artikel: *Halo* Platte 287 Fig. 12 abgebildet ist *). Auf jeder Seite der Sonne in einem Abstande von 90° und in einer Höhe von 50 bis 50° zeigte sich jetzt ein schwacher Bogen von weißem Lichte, welcher zuweilen einen Theil der Kreise q, o und r, p auszumachen schien. In dem äußern größern Kreise beobachteten wir darauf zwei gegenüberstehende und sich entsprechende Flecke y, y , welche mehr als der übrige Theil gefärbt waren; auch ward der umgekehrt stehende Bogen mfn jetzt länger als zuvor und einem Regenbogen ähnlich.

Am 10ten Mai um $9\frac{1}{2}$ Uhr Morgens beobachtete der Lieut. Beechey einen völligen Ring um die Sonne, der aufserhalb und gerade über der Sonne von ei-

* Es ist dies die Abbildung einer von Henry Englefield am 20. Nov. 1802 um 2 Uhr Nachmittags zu Richmond in *Surry* beobachteten Erscheinung. Die Sonne hatte eine Höhe von 14° und war von 2 concentrischen Ringen umgeben. Der innere, dessen Halbmesser 24° betrug, war von einem bläsigelben Lichte, ohne prismatiche Farben. Der äußere hingegen, dessen Halbmesser 48° maß und nahe $1\frac{1}{2}^\circ$ breit war, zeigte dieselben sehr lebhaft, und zwar das Roth der Sonne zugekehrt. Außer einer weniger merkwürdigen Nebensonnen, die der wahren Sonne zur Linken, in einem Horizontalkreise stand, war an dem inneru concentrischen Ring, oberhalb der Sonne eine zweite zu sehen, deren helles weißes Licht das der eigentlichen Sonne überstrahlte. Sie war nahe 2 Grad breit, sehr schlecht begrenzt, und von beiden Seiten ließen hörnerartige Auschwüxe aus, die an der Basis convex, an der Spitze aber wieder concav gegen die Sonne waren. P.

nem zweiten berührt wurde, dessen Mittelpunkt ungefähr 40° bis 50° von der Sonne abstand. Auch waren wie gewöhnlich seitwärts zwei Nebensonnen zu sehen; sie besaßen nur schwache Farben, zeichneten aber dadurch diese Erscheinung vor ähnlichen andern aus, daß sie, wie die Fig. 15 zeigt, 3° außerhalb des Kreises lagen *). Schon am vorhergehenden Tage hatte der Lieut. Nias für den Durchmesser eines ähnlichen Kreises $22\frac{1}{2}^{\circ}$, und für den Abstand der Nebensonne von der wahren Sonne $24^{\circ} 40'$ gefunden; die Differenz aber den Fehlern zugeschrieben, die bei der Messung so unbestimmt begränzter Gegenstände nicht zu vermeiden sind. Durch die ebenerwähnte Beobachtung des Hrn. Beechey ist jene Angabe nun bestätigt, doch erlaubte diesem die kurze Dauer der Erscheinung nicht eine Messung anzustellen.

b) Nebensonnen beobachtet am 7ten Mai 1823 am *Cap der guten Hoffnung*; von Hrn. Fearon Fallowe, A. M. **)

Heute Abend, während einer Fahrt nach Seapoint, war ich so glücklich einen sehr schönen Sonnenuntergang wahrzunehmen. Das Wetter war heißer und angenehm, keine Wolke zu sehen und der Meereshorizont auffallend deutlich. In dem Augenblick als der untere Sonnenrand die Schneide des

*) Einen Fall, bei welchem die Nebensonnen nicht als Theile eines Kreises, oder als Durchschnitte zweier Kreise erschienen, wenigstens nicht als solche wahrgenommen wurden, enthält die Beobachtung Copeland's vom 8ten Mai 1597. (S. d. Ann. Bd. 18. S. 99.) P.

**) Journ. of Science No. XXXII. p. 365.

Wassers berührte, ließen sich mehrere Nebensonnen sehen, vier zur linken Hand und drei zur rechten. Sie besaßen die nämliche Gestalt wie die wirkliche Sonne, waren eben so glänzend, aber nicht so gross wie diese. Als die Sonne mit ihrem oberen Rand den Horizont berührte, erschien sie und jede der Nebensonnen als glänzende Punkte auf dem Saum des Wassers, und darauf verschwanden sie alle mit einem Mal. Nach meiner Zuhausekunft machte ich eine Zeichnung von dem Phänomen, so wie es in kurzen Zwischenräumen nach einander sichtbar war. Eine Copie von dieser wird der umständlichen Beschreibung vorzuzeigen seyn.

HR (Fig. 14, welche die Erscheinung im *ersten*, und Fig. 15, welche dieselbe im *letzten* Stadium andeutet) ist der Horizont und *S* die wirkliche Sonne; die übrigen Figuren auf *HR* sind Nebensonnen. Das Barometer stand auf 50,2 Zoll engl. und das Thermometer auf 64° F. (Thér. 64 inches (*P.*))

Der Morgen des 8ten Mai war bewölkt und zeigte Regen an, ganz dem entgegen, wie man es dem heiteren Wetter am vorhergehenden Abend nach erwarten mochte. Am Abend des 8. Mai blitzte und donnerte es sehr häufig.

Zusatz des Dr. Young (dem diese Notiz brieflich zugestellt worden war). Es lässt sich wohl mit Grund annehmen, dass diese Nebensonnen in Wahrheit Stücke eines Hutes ausmachten, entstanden durch die Diffraction, welche eine sehr wenig über den Horizont hervorragende Wolke erzeugt hatte. Die Abwesenheit der Farben kann leicht dadurch bewirkt werden seyn, dass das Licht bei seinem langen Wege durch eine nebelige Atmosphäre sämtlich bis auf die rothen

Strahlen verschluckt ward. Ich habe einmal bei Sonnenaufgang, oder vielmehr etwas vor demselben, einen Regenbogen gesehen, welcher keine andere Farbe als die rothe wahrnehmen ließ.

Bei Gelegenheit der Aufnahme des obigen Auffazzes in das Edinburgh philosoph. Journal (Vol. X. p. 362) machen die Herausgeber dieser Zeitschrift (vielleicht Hr. Dr. Brewster allein) die Bemerkung, daß sich der finnreichen Erklärung des Dr. Young folgendes entgegensetzen lasse:

1) Behauptet Hr. Fallows ausdrücklich, daß *nicht eine Wolke* sichtbar gewesen sey.

2) Lege derselbe den Nebensonnen sowohl in seiner Beschreibung wie in seiner Zeichnung genau die Gestalt der wahren Sonne bei. Eine Gestalt, die die Stücke eines Hofes nicht annehmen können.

3) Sage er, daß die Nebensonnen in ihrem Glanz der wahren Sonne gleichgekommen seyen, welches ebenfalls nicht Statt finden könne, wenn sie Theile eines Hofes gewesen wären; es sey denn, daß irgend ein dazwischen getretenes Mittel das Licht der wahren Sonne verdunkelt hätte, ohne auf das der Nebensonnen zu wirken.

Sie setzen alsdann hinzu: daß, da Hr. Fallows den Himmel als völlig wolkenlos und den Meereshorizont als ganz merkwürdig scharf begränzt angebe, so schiene kein Grund vorhanden zu seyn, auf welchem man eine physikalische Erklärung jener Erscheinung flüchten könne; es sey denn, daß man annehmen wolle, die Atmosphäre hätte sich auf jeder Seite der Sonne zu wiederholten Malen in demjenigen Zustande befun-

den, welcher die Seitenpiegelung *) bedinge. Endlich bemerken sie noch, dass zufolge der Zeichnung des Hrn. Fallows sämmtliche Nebensonnen in einem Raume eingeschlossen waren, der sich auf jeder Seite des Mittelpunktes der Sonne nur bis zu anderthalb Graden ausdehne.

*) Eine solche Seitenpiegelung (*mirage latéral*) ist in neuerer Zeit sehr deutlich von Jurine und Soret auf dem Genfer See wahrgenommen, und von Hrn. Biot im *Bullet. de la Soc. phil. pour 1820* beschrieben worden. Die Erscheinung bestand darin, dass man von den Mästen und Segeln eines Schiffes ein vollständiges Bild zur Seite erblickte, welches sich so wie das Schiff näher rückte von diesem entfernte und an Größe abnahm. In ihren Ursachen ist die Seitenpiegelung durchaus nicht von der Kimmung verschieden; sie wird eben so von einem gegen den Horizont geneigten Boden erzeugt, wie die letztere von einer wagerechten Land- oder Wasserfläche. Hr. Biot hat dies durch die Beschaffenheit der Ufer des Genfersees sehr gründlich auseinandergesetzt und auch durch Versuche die Erscheinung vollständig nachgeahmt. In dem Werkchen des Hrn. Dr. Benzenberg „über die Bestimmung der geographischen Länge durch Sternschnuppen. Hamburg 1802“ wird schon dem Astronomen *Sylvabelle* zu Marseille die Beobachtung einer Strahlenbrechung in horizontaler Richtung zugeschrieben, da derselbe beobachtete, dass die Gegenstände auf der Südseite des Morgens nach Osten und des Nachmittags nach Westen rückten, die auf der Nordseite hingegen einen umgekehrten Gang befolgten. Ich muss indes gestehen, dass mir diese Erscheinung eben so einfach aus dem allen Astronomen zu Genüge bekannten periodischen Schwanken der Gebäude erklärlich scheint, über das unter andern Hr. Angelo Caesaris in den *Effemeridi astronomiche di Milano per l'anno 1816* (Zeitschrift für Astronomie Th. I. p. 329) eine ausführliche Untersuchung angestellt hat. P.

X.

*Nachträgliche Bemerkungen zum Novemberheft
dieser Annalen.*

a) Zum Auffatz des Hrn. Serullas über das Cyanjod (p. 334).

Der Leser ist gebeten zu bemerken, dass das Cyanjod zuerst von H. Davy (d. Ann. Bd. 54. S. 383) dargestellt, und späterhin von Hrn. Dr. Wöhler (Ann. Bd. 69. S. 281) genauer untersucht ward. Das von letzterem zur Darstellung dieser Verbindung angewandte Cyan-silber ist offenbar dem Cyanquecksilber vorzuziehen. P.

b) Zum Auffatz der HH. Bruncrona und Hällström.

1) Es ward diesem Aufsatze S. 527 die, aus der Correspondance astronomique entlehnte, Bemerkung hinzugefügt, dass auf Otaheiti wahrscheinlich ein ähnlicher Vorgang statt finde, wie an den schwedischen Küsten. Damals war dies Beispiel das einzige mir bekannte, was außer Schweden auf eine allmähliche Landeserhebung schließen ließ. Der zuvorkommenden Güte des Hrn. Prof. E. Ritter hieselbst verdanke ich jedoch seitdem die Kenntniß einer abermaligen Erscheinung dieser Art, welche den beiden früheren zu nicht geringer Bestätigung dienen wird; da ich die Befugniß habe, die folgende Notiz darüber der Oeffentlichkeit überliefern zu

können, so läume ich nicht von derselben Gebrauch zu machen:

Herr Prof. Reinwardt zu Leyden, der kürzlich von einem mehrjährigen Aufenthalte auf den Sundischen und Moluckischen Inseln nach Europa zurückgekehrt ist, und dem diese Gegenden durch seine wissenschaftliche Reisen sehr genau bekannt wurden, hat seinen Freunden gelegentlich die Nachricht mitgetheilt, dass auf den Molucken ein beständiges Hervortreten des Landes aus dem Meere Statt finde, und diese Erscheinung daselbst so allgemein sey, dass unter den dortigen Einwohnern über deren wirkliches Vorhandenseyn auch nicht der geringste Zweifel obwalte. Das Publikum wird wahrscheinlich in kurzer Zeit die ausführlichen Data zu dieser Notiz von der eigenen Hand ihres Urhebers erfahren, da derselbe im Begriffe steht, die reichen Ergebnisse seiner Reise zu bearbeiten.

2) Es ist hier vielleicht auch der Ort, eine kleine Berichtigung hinsichtlich des gegenseitigen Niveaus der Ost- und Nordsee anzuhängen, welche ich der Güte des Hrn. Wasserbaudirektors VWoltmann zu Hamburg verdanke und schon seit längerer Zeit in Händen hatte. Auf die Anfrage eines meiner Freunde, dem die im Werke des Hrn. v. Hoff (Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche Th. 1.) S. 448 enthaltene Angabe über den Stand der Ostsee bei Kiel gegen die Nordsee einigen Zweifel erweckt hatte, sandte Hr. VWoltmann damals nachstehende Bemerkung ein:

In Niemann's holsteinischer Landeskunde (Bd. I. S. 56) ist es ganz richtig, dass der Flemhuder See $27\frac{1}{2}$ Fuß höher liegt, als das baltische Meer bei Kiel, aber dass

eben dieser See 22 Fuß über der Mündung der Eider liegen soll, ist ein Irrthum. Es muss heißen 21 Fuß über der gewöhnlichen Fluthhöhe oder $23\frac{1}{2}$ Fuß über der gewöhnlichen niedrigen Ebbe auf der Untereider, an der letzten Kanalschleuse bei Rendsburg. Diese Schleuse liegt ungefähr 9 Meilen von der Mündung der Eider, denn es sind 7 Meilen bis Tönningen und von da aus ungefähr 2 Meilen weiter fliesst die Eider zwischen ausgedehnten Sandbänken in die Nordsee. Hier an der Mündung wird das Intervall der Fluth und Ebbe 12 Fuß betragen, statt es bei Rendsburg nur $2\frac{1}{2}$ Fuß misst. Das Niveau der gewöhnlichen Fluthhöhe wird an beiden Orten fast gleich seyn oder zuweilen an einem Orte um einige Zoll oder Fuß höher liegen als an dem andern; aber eben dieses Niveau ist anscheinlich höher als das mittlere Niveau des Meeres, nämlich um $\frac{2}{3}$ des ganzen Intervalle *) der Fluth und Ebbe unmittelbar an der Küste des Meeres. Wenn also z. B. in der Mündung der Eider die Fluth an einer Scale von Null bis 11 Fuß steigt oder fällt, so steht das Niveau des Meeres, wenn keine Fluth und Ebbe vorhanden wäre, an eben der Scale bei $3\frac{2}{3}$ Fuß, mit hin $7\frac{1}{3}$ Fuß niedriger als die gewöhnliche Fluthhöhe, von der wir annehmen, dass sie an der Mündung ungefähr dieselbe ist, wie zu Rendsburg. Ueber dieser Fluthhöhe ist nun der Flemhuder See 21 Fuß erha-

*) Die Ursache, warum $\frac{2}{3}$ des Interv. genommen wird, findet man in Lalande's Astronomie Tom. III. du Flux et Reflux de la mer §. 3785. (Man kann darüber auch den Traité sur le flux et reflux de la mer von Daniel Bernoulli nachlesen, welcher den Principiis mathematicis von Newton in der Ausgabe von Le Seur und Jacquier hinzugefügt ist. P.

ben; addiren wir hiezu die $7\frac{1}{2}$ Fuß, so haben wir $28\frac{1}{2}$ Fuß, um welche der See über der Nordsee liegt, und $27\frac{1}{2}$ Fuß, welche er über der Ostsee liegt. Hiernach ist also die Ostsee bei Kiel 1 Fuß 2 Zoll höher als die Nordsee vor der Eidermündung. Auf diese Vorstellung gründen sich folgende Worte in meinen Beiträgen zur Baukunst schiffbarer Kanäle:

„Indes will es mir nicht wahrscheinlich vorkommen, dass die Ostsee bei Kiel mehr als höchstens ein Paar Fuß höher sey, als die Nordsee bei Tönningen seyn würde, wenn Fluth und Ebbe ihr gestatteten, sich ins Gleichgewicht zu setzen.“

Anzeige.

Ein zu New-York in den vereinigten Staaten von Nord-Amerika unter dem Namen:

Lyceum of Natural History

gegründetes Institut erbietet sich, die europäischen Naturforscher, welche geneigt sind ihre Sammlungen mit den Naturalprodukten der transatlantischen Welt zu bereichern, auf dem Wege des gegenseitigen Tausches, mit amerikanischen Mineralien, Versteinerungen, Conchilien, Pflanzen, Insekten u. s. w. zu versehen. In dem von dem Secretair dieses Instituts unterzeichneten Circulair heißt es:

„The sole object of this Institution is the diffusion „of the love of the Natural Sciences, both at home „and abroad. It enjoys the advantage of a large collection in all the branches of Natural History, and is „desirous of exchanging specimens with such scientific gentlemen in Europe as feel an interest in these „studies.

„If therefore any Natural philosopher was desirous „of possessing American Minerals, Shells, Fossils, „Plants, Insects etc. and will send to me for the Lyceum a collection in any branch of Natural History: „a similar collection from American localities will immediately be sent to any place or person he may „please to designate.“

Officers of the Lyceum of Natural History are:
 John Torrey, M. D.; F. L. S.; President. Revd
 D. H. Barnes, A. M. and James E. DeKay, M. D.;
 Vice Presidents. Jer. Van Rensselaer, A. M.;
 M. D.; Corresponding Secretary. F. G. King, Esq.
 Recording Secretary.

Verbeffungen

zur Abhandlung über die Flusspathäure v. Berzelius (Bd. 77):

-
- S. 16 Z. II Waffer l. Flüssigkeit
 S. 20 Z. II \ddot{F}^2 l. \ddot{F}
 S. 22 Z. I ein l. nur
 S. 27 Z. 2 von unten \ddot{F}^2 l. \ddot{F}
 S. 32 Z. 2 \ddot{Ce}^4 l. \ddot{Ce}^4
 S. 37 Z. 12 u. 13 Quantität l. Quantität der Basen
 S. 38 Z. 15 der 4te Theil l. das erste Viertel
 S. 177 letzte Z. $3\ddot{F}^2$ l. $3\ddot{F}$
 S. 203 Z. 6 u. 31 gefüllt l. gefüllt
 S. 207 Z. 10 vereinigte l. verringerte
 S. 210 Z. 5 von unten, um l. nun
 S. 219 Z. 5 u. 6 von unten, Kalium l. Silicium
 S. 220 Z. 17 Boussigault's l. Boussingault's.
-

METEOROLOGISCHES TAGEBUCH DER STATION
FÜR DEN MONAT DECEMBER 1824; GEFÜHRT VON

| Zeit der Beob. | Baromir. bei +10° R. pariser | Therm. Reaum. frei im Schattin +10° R. | Haar bei Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Barom. bei +10° R. M. | Therm. Reaum. frei im Schattin +10° R. | Haar bei Wind | Wetter | Zeit der Beob. | Barom. bei +10° R. M. | Therm. Reaum. frei im Schattin +10° R. | Haar bei Wind | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|---|---------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 8 55. 80. + | 7 0. 74. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | sww. 4 | tr Mgrin | 8 52. 75. + | 4. 0. 1. 73. 0. 9 | sww. 2 | trüb | 8 51. 92. + | 2. 0. 1. 71. 0. 8 | wsw. 5 | trüb | 8 51. 92. + | 2. 0. 1. 71. 0. 8 | | | |
| | 19 50. 54. | 9. 1. 69. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | sww. 3 | trüb | | 13 59. 56. | 4. 7. 73. 9. 8. | trüb | | 12 50. 78. | 3. 6. 75. 1. | wsw. 3 | verd. | 12 50. 78. | 3. 6. 75. 1. | | |
| | 9 50. 05. | 9. 3. 67. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | sww. 3 | trüb | | 9 54. 11. | 4. 5. 73. 6. 0. | trüb | | 9 54. 51. | 3. 5. 71. 7. | W. | trüb | 9 54. 51. | 3. 5. 71. 7. | | |
| | 6 29. 49. | 8. 2. 70. 7. 8. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 6 51. 84. | 3. 5. 77. 6. 0. | sww. 0 | trb Rg | 6 55. 23. | 0. 0. 69. 1. | NW. 5 | hei. | 6 55. 23. | 0. 0. 69. 1. | | |
| 2 | 10 29. 72. | 7. 3. 74. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Regen | 10 51. 59. | 4. 5. 80. 3. 0. | sww. 0 | trb Rg | 10 53. 73. | 1. 0. 69. 8. | N. | trüb | 10 53. 73. | 1. 0. 69. 8. | trüb | 10 53. 73. | 1. 0. 69. 8. |
| | 8 52. 15. + | 5. 0. 74. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Regen | | 8 50. 89. + | 5. 0. 83. 0. 0. | trb Rg | | 8 54. 97. + | 0. 0. 61. 1. | wsw. 5 | trüb | 8 54. 97. + | 0. 0. 61. 1. | | |
| | 12 58. 55. | 5. 0. 64. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | schön | schön | | 12 50. 12. | 5. 0. 73. 1. 0. | trb Rg | | 12 56. 50. | 1. 0. 66. 2. | wsw. 5 | schön | 12 56. 50. | 1. 0. 66. 2. | | |
| | 9 55. 14. | 5. 0. 65. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | SW. 2. | schön | | 10 51. 46. | 5. 0. 77. 9. 0. | nnw. 0 | trb Rg | 9 56. 67. | 1. 7. 66. 9. | NW. 0 | verd. | 9 56. 67. | 1. 7. 66. 9. | | |
| 3 | 6 53. 36. | 5. 0. 70. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Abrrh | trb Abrrh | 10 54. 68. | 6. 0. 75. 6. 0. | trüb | 10 56. 68. | 6. 0. 75. 5. 0. | hei. | trüb | 10 56. 68. | 6. 0. 75. 5. 0. | hei. | trüb | 10 56. 68. | 6. 0. 75. 5. 0. |
| | 10 53. 67. | 1. 0. 81. 7. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | verm | verm | | 10 55. 89. | 3. 0. 75. 5. 0. | W. 0. | trb Rg | 10 56. 68. | 1. 0. 75. 7. 0. | hei. | trüb | 10 56. 68. | 1. 0. 75. 7. 0. | | |
| | 8 35. 15. + | 5. 0. 68. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Mgrin | | 8 56. 76. + | 1. 5. 78. 6. 0. | sww. 0 | trb Rg | 8 54. 98. + | 4. 5. 85. 1. | SW. 0 | trüb | 8 54. 98. + | 4. 5. 85. 1. | | |
| | 19 52. 95. | 5. 0. 65. 4. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | schön | schön | | 12 56. 50. | 3. 0. 68. 0. 0. | sww. 0 | trüb | 19 55. 21. | 6. 0. 84. 2. | wsw. 5 | trüb | 19 55. 21. | 6. 0. 84. 2. | | |
| 5 | 9 51. 88. | 4. 0. 59. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | schön | schön | 11 50. 14. | 5. 0. 69. 9. 0. | trüb | 11 50. 14. | 5. 0. 75. 1. 0. | sww. 0 | trb Rg Sch | 11 50. 14. | 6. 0. 84. 3. | sww. 5 | hei. | 11 50. 14. | 6. 0. 84. 3. |
| | 6 51. 90. | 4. 0. 65. 8. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 10 55. 89. | 3. 0. 75. 5. 0. | sww. 0 | trb Rg Sch | 10 56. 29. | 7. 0. 86. 0. | W. 0. | trüb | 10 56. 29. | 7. 0. 86. 0. | | |
| | 10 52. 44. | 4. 0. 71. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Mgrin | | 8 55. 84. + | 4. 0. 81. 7. 0. | sww. 0 | trüb | 8 53. 85. + | 7. 0. 79. 6. | sww. 5 | trüb | 8 53. 85. + | 7. 0. 79. 6. | | |
| | 12 52. 79. | 5. 0. 75. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 12 55. 57. | 5. 0. 81. 5. 0. | trüb | 12 55. 27. | 9. 0. 47. 5. | sw. 3 | trüb | 12 55. 27. | 9. 0. 47. 5. | | | |
| 4 | 9 52. 79. | 6. 0. 69. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | 10 56. 99. | 6. 0. 86. 1. 0. | trüb | 10 56. 99. | 6. 0. 85. 1. 0. | trüb | trüb | 10 56. 99. | 6. 0. 85. 1. 0. | trüb | 10 56. 99. | 6. 0. 85. 1. 0. | |
| | 6 52. 15. | 5. 0. 69. 8. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 8 56. 84. + | 6. 0. 81. 9. 0. | SW. 1. | trb schl. | 8 55. 49. + | 7. 0. 76. 4. | wsw. 5 | trüb | 8 55. 49. + | | 7. 0. 76. 4. | |
| | 10 51. 66. | 5. 0. 67. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 10 56. 03. | 5. 0. 87. 6. 0. | SW. 5. | trüb | 10 55. 26. | 10. 7. 71. 0. | sw. 0 | trüb | 10 55. 26. | | 10. 7. 71. 0. | |
| | 8 51. 76. + | 6. 0. 80. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | SW. 6. | trüb | | 10 57. 83. | 7. 0. 88. 7. 0. | trb Rg | 10 57. 51. | 6. 0. 85. 1. 0. | trb Rg | trb Rg | 10 57. 51. | 6. 0. 85. 1. 0. | trb Rg | 10 57. 51. | 6. 0. 85. 1. 0. |
| 5 | 9 51. 06. | 8. 0. 85. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | 10 57. 51. | 6. 0. 86. 7. 0. | SW. 4. | trb Rg | 10 57. 51. | 6. 0. 85. 1. 0. | trb Rg | trb Rg | 10 57. 51. | 6. 0. 85. 1. 0. | trb Rg | 10 57. 51. | 6. 0. 85. 1. 0. |
| | 9 51. 55. | 8. 0. 85. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 10 57. 86. | 6. 0. 72. 8. 0. | SW. 3. | trüb | 6 58. 81. | 0. 0. 69. 4. | SW. 0 | trüb | 6 58. 81. | 0. 0. 69. 4. | | |
| | 6 51. 51. | 8. 0. 84. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 10 57. 51. | 6. 0. 84. 7. 0. | SW. 4. | trb Rg | 10 57. 77. | 5. 1. 75. 1. | sw. 5 | trüb | 10 57. 77. | 5. 1. 75. 1. | | |
| | 10 51. 94. | 8. 0. 84. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Mgrin | | 8 58. 84. + | 6. 0. 81. 9. 0. | SW. 1. | trb Rg | 8 55. 49. + | 7. 0. 76. 4. | wsw. 5 | trüb | 8 55. 49. + | 7. 0. 76. 4. | | |
| 6 | 8 56. 17. + | 1. 0. 57. 0. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | vrm Nbl | vrm Nbl | 10 59. 00. | 5. 0. 78. 1. 0. | trüb | 10 59. 00. | 5. 0. 78. 1. 0. | trüb | trüb | 10 59. 00. | 5. 0. 78. 1. 0. | trüb | 10 59. 00. | 5. 0. 78. 1. 0. | |
| | 19 55. 19. | 4. 0. 57. 1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | schön | schön | | 10 59. 00. | 6. 0. 76. 8. 0. | SW. 0. | trüb | 10 58. 25. | 3. 5. 61. 5. | sw. 5 | trüb | 10 58. 25. | | 3. 5. 61. 5. | |
| | 9 54. 51. | 5. 0. 76. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Nbl | trb Nbl | | 10 59. 00. | 5. 0. 69. 7. 0. | trüb | 10 58. 25. | 3. 5. 59. 8. | sw. 5 | trüb | 10 58. 25. | 3. 5. 59. 8. | | | |
| | 6 54. 87. | 7. 0. 86. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb etw Rg | trb etw Rg | | 10 59. 00. | 5. 0. 69. 8. 0. | trüb | 10 58. 25. | 3. 5. 68. 1. | sw. 5 | trüb | 10 58. 25. | 3. 5. 68. 1. | | | |
| 7 | 10 54. 14. | 7. 0. 80. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Rg | etw Rg | 10 59. 14. | 5. 0. 80. 1. 0. | trüb | 10 59. 14. | 5. 0. 80. 1. 0. | trüb | trb Rg | 10 59. 14. | 5. 0. 80. 1. 0. | trüb | 10 59. 14. | 5. 0. 80. 1. 0. | |
| | 8 59. 68. | 8. 0. 78. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Sturm Rg | | 8 37. 11. + | 4. 0. 78. 4. 0. | SW. 5. | sch Mgrin | 8 57. 64. + | 6. 0. 81. 5. | sw. 5 | trüb | 8 57. 64. + | | 6. 0. 81. 5. | |
| | 19 58. 93. | 7. 0. 84. 5. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Rg | trb Rg | | 10 35. 74. | 6. 0. 74. 8. 0. | sw. 5. | veris | 10 58. 37. | 4. 0. 62. 2. | wsw. 5 | trüb | 10 58. 37. | | 4. 0. 62. 2. | |
| | 2 59. 05. | 5. 0. 78. 6. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Rg | trb Rg | | 10 34. 94. | 5. 0. 75. 9. 0. | sw. 5. | veris | 2 59. 37. | 4. 0. 61. 2. | wsw. 5 | trüb | 2 59. 37. | | 4. 0. 61. 2. | |
| 8 | 6 58. 97. | 4. 0. 77. 7. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Rg | trb Rg Gw | 10 34. 94. | 4. 0. 77. 8. 0. | sw. 5. | trüb | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 6. 0. | trb Sprhrg | trb Sprhrg | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 6. 0. | trüb | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 6. 0. |
| | 10 58. 89. | 8. 0. 76. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trb Rg | trb Rg | | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 6. 0. | trüb | | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 6. 0. | trb Sprhrg | trb Sprhrg | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 6. 0. | | |
| | 8 20. 61. | 9. 0. 78. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Sturm Rg | | 8 34. 06. + | 5. 0. 78. 6. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 78. 6. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 78. 6. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 78. 6. 0. |
| | 13 50. 57. | 3. 0. 73. 9. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | SW. 4. | verm | | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 3. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 3. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 3. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 3. 0. |
| 9 | 6 51. 91. | 5. 0. 65. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 4. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 4. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 4. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 4. 0. | |
| | 6 51. 51. | 3. 0. 75. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trb Abrrh | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 5. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 5. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 5. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 77. 5. 0. | |
| | 10 51. 73. | 3. 0. 73. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | trüb | | 10 33. 53. | 4. 0. 76. 7. 0. | trüb | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 7. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 7. 0. | trüb | 10 34. 94. | 4. 0. 76. 7. 0. |
| | 8 20. 61. | 9. 0. 73. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. | trüb | Sturm Rg | | 8 34. 06. + | 5. 0. 78. 6. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 78. 6. 0. | trüb | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 78. 6. 0. | trüb | 10 34. 94. | 5. 0. 78. 6. 0. |

DER STERNWARTE ZU HALLE,

HRT VOM OBSERVATOR DR. WINCKLER.

| Jahr 190 R. | Wind | Wetter | Zeit der Beob. +10° R. Tg St. | Barom. bei pariser | Therm. Raum. frei im Schatta | Haar Hygr. +10° R. | Wind | Wetter | Thermometrograph | | | Wasser- Stand der Saale | Übersicht d Witterung | |
|--------------------|------------------|-----------|--|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------|----------|------------------|--------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------|----|
| | | | | | | | | | Tag | Min. Nachts vorher | Max. Tags | | Tags | % |
| 8 waw. 2 trb Mgrth | | | 8 53. 06 | + 1. 0 | 75. 05 | waw. schön | | | 1 + | 5. 05 | + 2. 06 | 5' 9" | heiter | - |
| 1 waw. 3 verm | | | 15 53. 77 | 3. 6 | 66. 6 | ssw. 5 trüb | | | 2 + | 5. 6 | 5. 5 | 5 7-8 | schön | 6 |
| 7 W. 4 trGrplSch | 25 | | 3 52. 29 | 3. 6 | 65. 9 | waw. 5 trüb | 3 | | 3 + | 5. 1 | 5. 1 | 5 6 | verm | 11 |
| 1 NW. 5 heitr | | | 6 50. 85 | 3. 6 | 74. 1 | ssw. 6 trb Rg | 4 | | 4 + | 6. 6 | 6. 6 | 5 5 | trüb | 16 |
| 8 N. 3 trb Schn | | | 10 59. 64 | 4. 6 | 75. 6 | ssw. 5 trüb | 5 | | 5 + | 9. 8 | 5 6 | 5 6 | Nebel | 5 |
| Schnee | | | | | | | | | 6 | 0. 6 | 8. 1 | 5 5 | Regen | 15 |
| 9 waw. 3 trüb | | | 8 58. 34 | + 3. 7 | 71. 4 | SW. 6 tr Mgr Rg | 7 | | 7 + | 9. 3 | 5 5 | 5 5 | Reif | 1 |
| 1 NW. 5 schön | | | 19 50. 01 | 6. 5 | 69. 8 | SW. 4 vrm Rg | 8 | | 8 + | 5. 6 | 5. 6 | 5 4-5 | Graupeln | |
| 9 waw. 3 verm | a6 | | 9 51. 91 | 5. 5 | 59. 9 | waw. 4 schön | 9 | | 9 + | 5. 4 | 5. 5 | 5 5 | Schnee | 4 |
| 9 waw. 3 heitr | | | 6 52. 94 | 5. 7 | 62. 8 | ssw. 4 heitr | 10 | | 10 + | 4. 7 | 4. 9 | 5 6 | Gewitter | 1 |
| 7 W. 6 trüb | | | 10 53. 75 | 4. 6 | 69. 1 | ssw. 4 trüb | 11 | | 11 + | 0. 2 | 3. 6 | 5 7 | windig | 12 |
| SW. 5 trüb | | | 8 57. 15 | + 1. 1 | 69. 0 | waw. 1 sch Mgrth | 12 | | 12 + | 6. 4 | 6. 4 | 5 5 | stürmisch | 17 |
| 9 waw. 5 trüb | | | 13 56. 87 | 4. 6 | 66. 2 | SW. 3 verm | 13 | | 13 + | 8. 6 | 8. 6 | 5 10 | | |
| 6 W. 9 trüb | 27 | | 2 56. 41 | 4. 2 | 75. 0 | SW. 3 trüb | 14 | | 14 + | 4. 6 | 7. 1 | 5 11 | | |
| 6 nuw. 3 trüb | | | 6 54. 99 | 4. 1 | 71. 9 | SW. 3 trüb | 15 | | 15 + | 4. 0 | 7. 1 | 6 1-5 | | |
| 0 W. 6 trüb | | | 10 54. 58 | 4. 5 | 74. 9 | waw. 4 heitr | 16 | | 16 + | 5. 2 | 5. 5 | 6 0-5 | | |
| 6 SW. 5 trüb | | | 8 54. 54 | + 6. 8 | 81. 3 | SW. 2 trüb | 17 | | 17 + | 1. 6 | 4. 1 | 6 0-5 | | |
| 7 waw. 5 verm | | | 13 54. 69 | 8. 0 | 68. 1 | waw. 3 trüb | 18 | | 18 + | 1. 2 | 9. 4 | 6 1 | | |
| 6 SW. 6 verm | a8 | | 9 54. 65 | 8. 0 | 67. 6 | sww. 3 trüb | 19 | | 19 + | 0. 1 | 8. 4 | 6 2 | | |
| 5 SW. 6 verm | | | 6 54. 84 | 6. 6 | 80. 3 | sww. 3 trüb | 20 | | 20 + | 4. 2 | 11. 4 | 6 2 | | |
| 5 waw. 6 verm | | | 10 54. 70 | 5. 7 | 74. 5 | sww. 3 trüb | 21 | | 21 + | 2. 5 | 6. 8 | 6 1-5 | | |
| 6 waw. 3 trb Mgrth | | | 8 54. 67 | + 6. 0 | 81. 1 | SW. 1 trnRgr | 22 | | 22 + | 0. 9 | 9. 6 | 6 5 | | |
| 5 SW. 5 verm | | | 13 54. 95 | 5. 1 | 80. 3 | N. 1 trb feinRg | 23 | | 23 + | 0. 4 | 4. 4 | 6 8 | | |
| 8 sww. 4 trüb | 29 | | 9 55. 15 | 2. 5 | 57. 8 | 2ano. 3 trüb | 24 | | 24 + | 3. 5 | 7. 4 | 6 11 | | |
| 4 SW. 4 tr. Stm Rg | | | 6 56. 57 | 1. 4 | 75. 4 | NO. 2 vrRguSch | 25 | | 25 + | 0. 7 | 4. 9 | 6 8 | | |
| 1 sww. 5 tr. Schow | | | 10 57. 09 | 1. 5 | 76. 0 | NO. 2 trüb | 26 | | 26 + | 5. 5 | 8. 3 | 6 9 | | |
| Erdstöße | | | | | | Mgrth | 27 | | 27 + | 5. 6 | 6. 5 | 6 9-5 | | |
| 3 waw. 3 trüb | | | 8 59. 11 | + 0. 4 | 75. 6 | sww. 2 trüb Nbl | 28 | | 28 + | 0. 3 | 3. 2 | 6 8 | | |
| 2 SW. 4 trb Rg | | | 13 58. 96 | 1. 9 | 69. 6 | sww. 2 trüb | 29 | | 29 + | 0. 5 | 6. 8 | 6 7 | | |
| 2 SW. 4 trüb | 50 | | 9 58. 60 | 1. 5 | 57. 0 | 1sww. 3 trüb | 30 | | 30 + | 65. 5 | 119. 1 | 186 0. 8 | | |
| 5 SW. 4 trb Rg | | | 6 57. 95 | 2. 5 | 57. 8 | 0sww. 4 trüb | 31 | | 31 + | 5. 11 | 5. 68 | 6. 0 | | |
| 2 SW. 4 trb Rg | | | 10 58. 35 | 2. 5 | 6. 74 | 9 sww. 4 trüb | | | | | | | | |
| Sturm RgSchGw | | | | | | Mgrth | | | | | | | | |
| 0 waw. 4 trüb | | | 8 58. 93 | + 4. 8 | 80. 6 | swv. 5 vrm Nbl | | | | | | | | |
| 1 waw. 4 verm | | | 13 58. 47 | 6. 1 | 76. 3 | sww. 4 verm | | | | | | | | |
| 9 waw. 5 verm | 51 | | 9 58. 24 | 6. 4 | 76. 5 | sww. 4 trüb | | | | | | | | |
| 7 waw. 4 trbftRgu | | | 6 57. 93 | 5. 5 | 74. 1 | sww. 4 trüb | | | | | | | | |
| 9 W. 6 hr Sturm | | | 10 57. 70 | 5. 0 | 69. 6 | sww. 4 trüb | | | | | | | | |
| Summ. | Barom. | Therm. | Hygr. | Wind | | | | | Barom. | Therm. | Hygr. | | | |
| 1-8 15470. 00 | + 120. 05 | 1947. 36 | ssw | Mittl. | 353. 00 | 316. 00 | ssw | + 4. 064 | ssw | 75. 076 | ssw | | | |
| 5 SW. 4 schön | 9-16 15407. 930 | 180. 0 | 5086. 45 | waw | Max. | 559. 00 | 570. 00 | NW | + 10. 70 | SW | 90. 05 | ssw | | |
| 5 SW. 5 schön | 9-16 15456. 930 | 175. 6 | 5855. 79 | wsw | Min. | 584. 00 | 580. 00 | SW | + 1. 20 | N | 47. 50 | SW | | |
| 4 sww. 4 hr Abrih | 17-34 15456. 784 | 145. 8 | 5455. 50 | sww | Vränd. | 15. 00 | 490. 00 | | | | 11. 090 | | | |
| 5 S. 3 trb Schu | 15-51 11798. 833 | 145. 8 | 5455. 50 | sww | | | | | | | 42. 55 | | | |
| Schnee | Mmmt | 51663. 00 | 718. 7 | 14553. 10 | | | | | | | | | | |

Vom 1 bis 6 December. Am 1. früh wolk. Bed., selten offen und in NO düster; Mittags überall düne wolk. Decke; Nchmittgs viel Cirr. Str. und Spät-Abds gleichf. bed. Am 2. Nchts Reg.; Mittags ist gleiche Decke von früh zu verw. sch. Cirr. Str. modif. die viel heit. Gruppd lassen, in S u. W unten kl. Cum.; Nchmittgs bildet sich düne Bed. und Spät-Abds stehen auf heit. Grunde viel zerstreute, kl. Cirr. Str. Am 3. wolk. Bed. ist um Mittag verschwunden und nur am Horiz. stehen einz. Cirr. Str. Streifen; von Abds ab aber, bildet sie sich wieder. Am 4. und 5. stets wolk. bed. Am 6. Morg. ist, bei wolk. Bed., der Horiz. offen; gegen Mittag stehen oben, auf heit. Grunde Cirr. Bäume; Nchmittgs erscheint wolk. Decke die bald gleichf. wird. Um 6 Abds und gegen 9, wenig Reg. Früh, 11 U. 10° stand der Mond im vollen Lichte.

Vom 7 bis 13. Am 7. Nchts etwas Reg., Morg. wolkige, schwere, bald gleichf. Decke; von 11 ab, bis in die Ncht, selten unterbrochen, gel. Reg. Abds 7 zieht, aus S, ein Gewitter herüber, 2 starke, 3 schwache, Blitze und geringer Donner, nach 8 zieht es in O. Am 8. Nchts Sturm und Reg.; früh gleiche Decke; es bilden sich Cirr. Str. und die Decke löset von N her, Tags über sich auf, Abds heit; Spät-Abds wieder gleiche, weiße Decke. Am 9 u. 10. wechselnd, wolk. u. gleichf. Bed.; Abds am 10. schnelle Aufl. und später heit. Am 9. von 6 Abds bis 2 Nchmittgs am 10., Reg. Am 11. früh der NW-Horiz. heit, sonst wolk. Bed.; Vormittags bildet sich, erst dünn, dann stärker, gleiche Decke die dann fortfestet; von 6 Abds bis in die Nacht Reg. und Schnee. Heute stand der Mond in seiner Erdähne. Am 12. u. 13. gleiche Decke. Am 12. von Nchmittgs 3, bis in die Nacht, Reg. Am 13. nach Mittig, einz. Tropfen. Früh, 8 U. 36°, trat das letzte Mond-Viertel ein.

Vom 14 bis 20. Am 14. Nachts, stark Reg. Morg. viel grosse Cirr. Str. Massen auf heit. Grde; Mittags oben heiter, unten, hoch und rings, Cirr. Str.; Nchmittgs verschwinden diese und Abds ist es heit; Spät-Abds gleiche Decke. Am 15. früh wolkenleer, nicht klar, in N ein Damm; Mittags verschwene Cirr. Str. Massen, auf Cirrus besetztem Grunde; von Abds ab gleiche Decke u. Spät-Abds Sprühreg. Am 16. früh und nach Mittig wolk., sonst gleiche Decke. Von 9—11 gel., bis 1 Sprühreg. Am 17. wolk. Decke will Vormittags sich sondern, wird aber Nchmittgs düster; um 2, zehn Min. lang heftige Windstöße und heftiges Schneegestöber mit Graupeln gemengt, ein starkes Sausen und Rauschen kündigte das Herannahen an. Gleich darauf fiel das Therm. stark und hielt auch am 18. noch sich niedrig. Von 20 Abds ab Schnee. Am 18. Nchts Schnee, früh wolk. bed.; Tags Cirr. Str. auf heit. Grde, Abds heit und Spät-Abds gleiche starke Decke. Am 19. wolk. Decke wird von Abds ab gleichf. Am 20. jene Decke löset Vormittags in Cirr. Str. sich auf und diese ziehen Tags über heit. Grunde; gegen 9 Abds heit und um 10 gleiche graue Decke. Der heutige Neumond, 11 U. 32° Vormittags, ist von einer, hier unsichtbaren, Sonnenfinsternis begleitet.

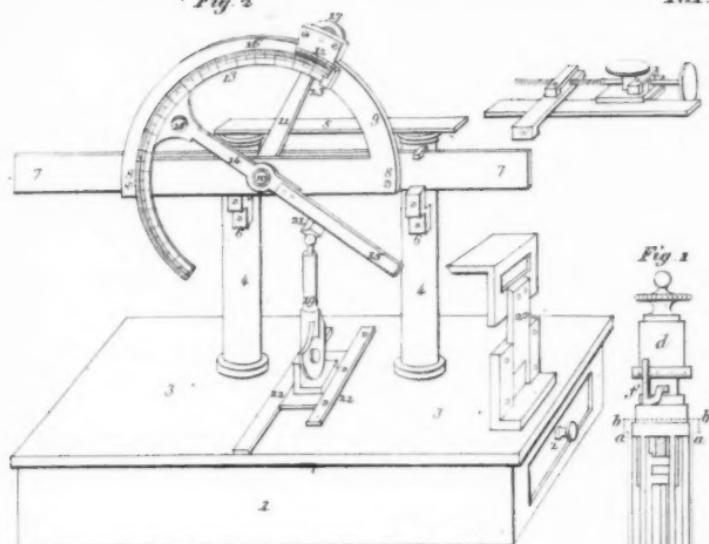
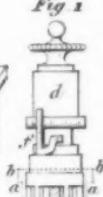
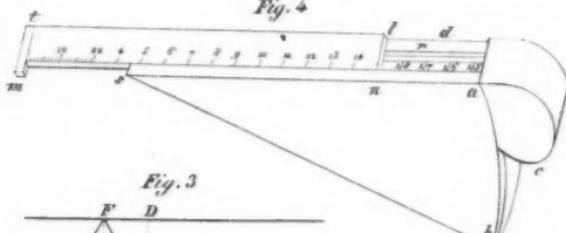
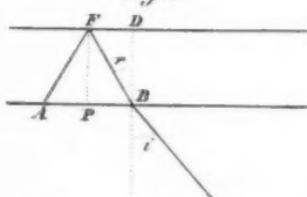
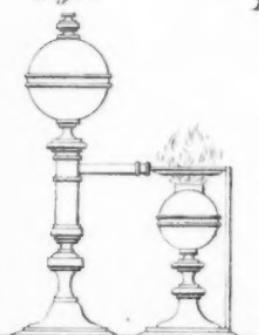
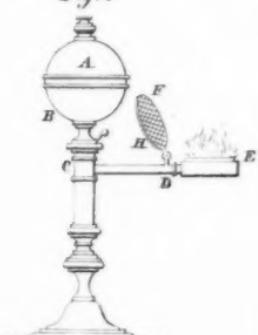
ERKUNGEN

* W i s t e r n g .

Vom 21 bis 28. Am 21, gleiche Decke hat sich Mittags oben in Cirr. Str. mit offne Stellen zerheilt, gehet aber bald wieder zusammen und wird gleichf.; Abds, gegen 6 zeigt sich in S u. W Gew.format; von 9 ab lieigt diese höher, es blitzt da anhaltend und den nicht hörbaren Donner überbrannte wahrscheinlich der heftig Sturm. Von 10 bis 11 mehrere schwache Erdlüsse, deren Richtung jedoch nicht zu unterscheiden; Abds, 8 U. 53' kommt die Sonne in den Steinbock und es hat da Wintersolstium Statt. Am 22, erst Nachmittgs zerheilt sich wolk. Decke; Nach vorher Reg., wenig Vormittgs; Abds 6 oben gefirnt, unten bed. Kurz nachher an SW nach NO u. O ziehend, Nimbus und sein Regen; bei wolk. Decke dann, um 9 scharfer Schneefchauer und hierauf schnelle Zertheil. der Wolken. Am 23. Nach Sturm, Reg. u. Hagel; nach 2 früh, anhaltend heftige Windlüsse; in NW siehe Gew.format, doch zeigen sich bis 5 dort nur 3 mässige Blitze; um Mittg theilt sic wolk. Decke und Cirr. Str. auf heit. Grunde, und geht Abds wieder zusammen gegen 7—9 heftig Reg. und Sturm und Spät-Abds heiter. Am 24. Vormittg wolk. Bed., Mittgs oben heitr, N u. O unten Cum. sonst Cirr. Str.; Abds heitr u. Spt-Abds gleiche, starke Decke und Schneegefüber. Am 25. Nachts Schnee; frü unten, theis hoch herauf, bel., oben heitr, selten kl. Cirr. Str., Vormittgs bilden sich wolk. Decke und diese wird Nachmittgs gleichf. Von 6 Abds, bis gegen 8 Reg. Am 26. Morg. ist N düster bed., sonst viel ziehende Cirr. Str. und um 10 ein starke Regsch.; nach Mittg oben sehr heitr, ringe einige Cirr. Str.; Abds heitr u. Spt-Abds starke, wolk. Decke. Hente stand der Mond in seiner Erdferne. Am 27. früh, wolkenleer nicht klar, Mittgs darüber hin Cirr. Str. die unten bedecken; bis Abd herrscht dann gleiche Decke und Spt-Abds ist es heitr. Am 28. düstre wolk. Decke die Spt-Abds gleichf. ist, ist Mittgs im SW-Horiz. etwas gebrochen, 1 U. 10' Nach mittags, das erste Mond - Viertel.

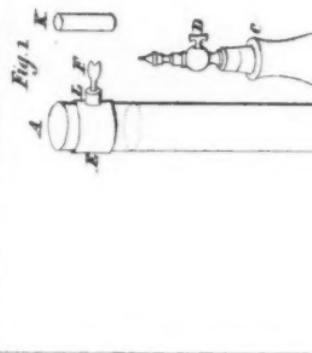
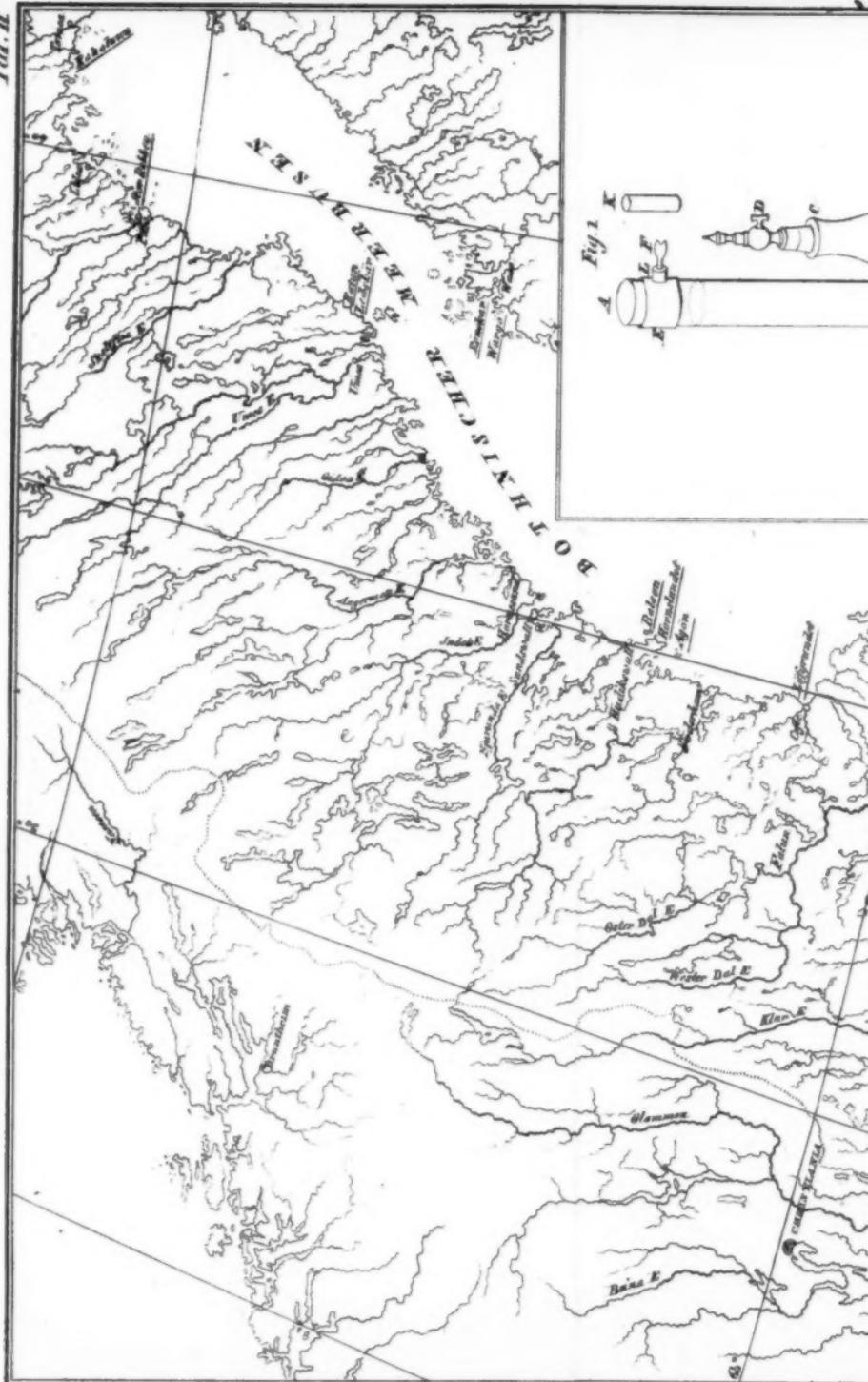
Vom 29 bis 31. Am 29. wechselt wolk. mit gleichf. Decke; früh in einz. Tropfen, dann fein und Tags gel. Reg., Abds mit Schnee gemengt. Am 30. weisse, dünne Decke wird stark und oft düster, Spt-Abds aber wolk. Am 31. früh Cirr. Str. und heitr Stellen; Vormittgs ziehen sic sich in wolk. Bed. zusammen und diese wird Abd düster. Um 1 Uhr 55 $\frac{1}{2}$ ' Nachmittgs, erreichte die Sonne ihre Erdnäbe.

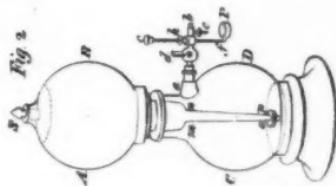
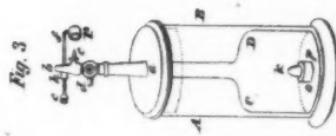
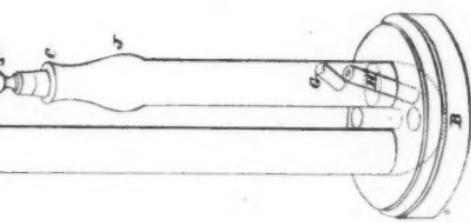
Charakteristik des Monats: als Winter-Monat ungemein mild, doch nass, heftig Winde, meist südwestl., wütheten, wenig variierte das Thermo-, stark und schnell das Barometer, zu seltenem Falle gehend. Auezeichnend sind 3 Gewitter.

Fig. 2*Taf. I**Fig. 1**Fig. 4**Fig. 3**Fig. 5**Fig. 6*



Taf. II





Taf. III.

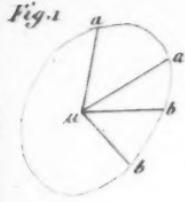


Fig. 1

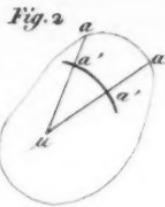


Fig. 2

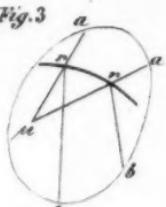


Fig. 3

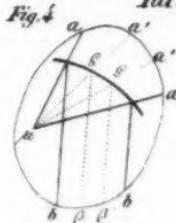


Fig. 4.

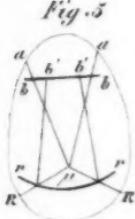


Fig. 5

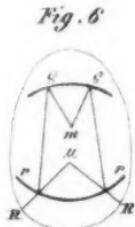


Fig. 6.

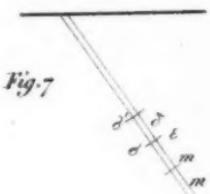


Fig. 7

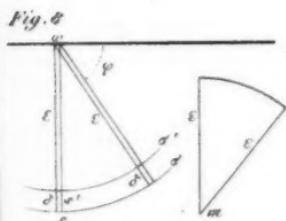


Fig. 8

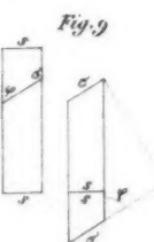


Fig. 2

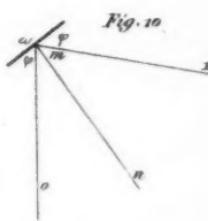


Fig. 10

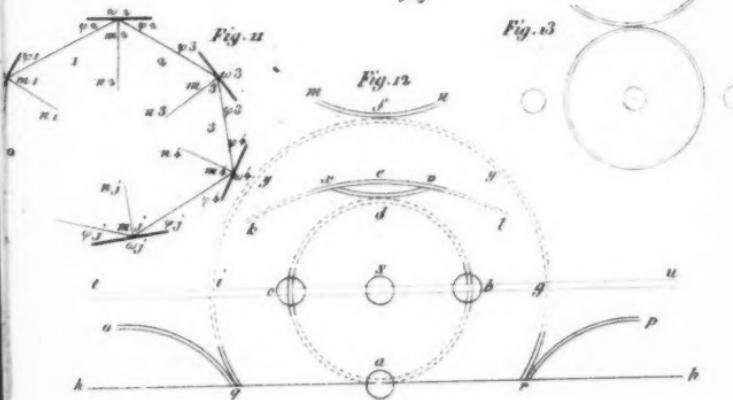


Fig. 24



Fig. 16



Fig. 1.

